







Dr. Moritz Rühlmann:

Allgemeine Maschinenlehre.

Dritter Band.

Allgemeine

Maschinenlehre.

Ein Leitfaden für Vorträge,

sowie zum Selbststudium des heutigen Maschinenwesens, mit besonderer Berücksichtigung seiner Entwickelung.

Für

angehende Techniker, Cameralisten, Landwirthe und Gebildete jeden Standes.

Von

Dr. Moritz Rühlmann,

Professor an der königlich preussischen polytechnischen Schule zu Hannover, Ritter des Hannoverschen Guelphenordens dritter Classe und des Ordens der französischen Ehrenlegion, Officier des öffentlichen Unterrichts in Frankreich, Ehrenbürger der Residenzstadt Hannover, Ehrenmitglied des sächsischen Ingenieur- und Architektenvereins, des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover, des polytechnischen Vereins für das Königreich Baiern etc., correspondirendes Mitglied des nieder-österreichischen Gewerbevereins in Wien etc. etc.

Dritter Band.

Strassen- und Eisenbahnfuhrwerke, einschliesslich der Locomotiven, Dampf-Omnibusse, so wie der Maschinen und Apparate für pneumatischen Transport.

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.

Mit 469 Holzschnitten.

Braunschweig,

C. A. Schwetschke und Sohn.

(M. Bruhn.)

1877.

Vorrede.

Auch bei Bearbeitung gegenwärtiger zweiten Auflage dieses Bandes meiner Allgemeinen Maschinenlehre habe ich mich mit allen mir zu Gebote stehenden Kräften und Mitteln bemüht, sowohl den geschichtlichen und literarischen Theil des Werkes zu vervollständigen, als auch den allerjüngsten Fortschritten im Gebiete des betreffenden Maschinenwesens zu entsprechen.

Dass dies Alles nicht ohne besonderes Wohlwollen, grosse Güte und wirksame Hülfe sehr vieler hochachtbarer Männer möglich war, versteht sich fast von selbst, wenn man dem Umfange des Gegenstandes einige Aufmerksamkeit schenkt.

An der Spitze derer, welche meine Arbeit besonders fördern halfen, steht hier, hocherfreulicher Weise, Seine Excellenz der Königlich Preussische Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten, Herr Doctor Achenbach, der mir durch officielle Empfehlungen nach London und Paris, sowie in und um Berlin, Gelegenheit verschaffte, das Neue und Neueste im hierhergehörigen Maschinengebiete gründlich kennen zu lernen. Hierdurch ist es mir namentlich möglich geworden, mich mit dem augenblicklichen Zustande des Eisenbahnbetrieb-Materiales, der Militärfuhrwerke und den Apparaten und Maschinen der pneumatischen Packet- und Briefbeförderung (der sogenannten Rohrpost) gehörig bekannt zu machen. In letzterem Kreise habe ich aber auch des wohlwollenden Entgegenkommens des General-Postmeisters des deutschen Reiches, Sr. Excellenz des Herrn Dr. Stephan zu gedenken, sowie besonders der aufopfernden Bemühungen des

Herrn Geheimen Oberbaurathes Elsasser (in der Central-Telegraphen-Station Berlin) und des mit Ausführung der Berliner Rohrpost betrauten Herrn Ober-Ingenieurs v. Felbinger.

Im Gebiete des rollenden Eisenbahn-Betrieb-Materiales (namentlich der Locomotiven), habe ich dankbar Herrn Ober-Maschinenmeister Gust in Berlin zu erwähnen, dann die Directoren der Hannoverschen Maschinenbau-Actien-Gesellschaft in Linden (vor Hannover), die Herren Geheimen Commerzienräthe Borsig und Schwartzkopf in Berlin, Herrn v. Kessler in Esslingen, Herrn Director Krauss in München und Herrn Lange, Chef-Constructeur der Locomotiv- und Werkzeug-Maschinen-Fabrik von Beyer, Peacock u. Co. in Gorton bei Manchester.

Mehrfache nützliche Winke verdanke ich meinem hochverehrten Collegen und Freunde Herrn Professor Grove am hiesigen Polytechnikum, so wie ich zum allergrössten Danke Herrn Ingenieur Prahl, Assistent des Maschinenfaches derselben Lehranstalt, verpflichtet bin, der sich mit Eifer und Sachkenntniss der oft mühevollen Anfertigung vieler neuer Skizzen unterzog, welche die jetzige Auflage von Bd. III. nöthig machte.

Ferner habe ich Herrn Heusinger v. Waldegg, als Redacteur des Organs für Fortschritte im Eisenbahnwesen und Herausgeber des bekannten Handbuches für specielle Eisenbahn-Technik, mehrfach zu danken.

Nicht minder dankbar muss ich dem Personale der Bibliothek des hannov. Polytechnikums, dem Bibliothekar Herrn Rommel und dessen Assistenten, Herrn Cleves sein, indem mir beide Herren beim Aufsuchen betreffender Literatur in zuvorkommender Weise behülflich waren.

Endlich muss sich mein Dank auch auf meinen Herrn Verleger erstrecken, der die Ausstattung wieder in einer Weise beschaffen liess, welche ganz besondere Anerkennung verdient.

Hannover, im Juli 1877.

Rühlmann.

Inhaltsverzeichniss.

Zweite Abtheilung.

Maschinen zur Verrichtung nützlicher mechanischer Arbeiten.

Siebenter Abschnitt.

Maschinen zur Ortsveränderung der Körper.

Erstes Capitel.

Strassen-Fuhrwerke.

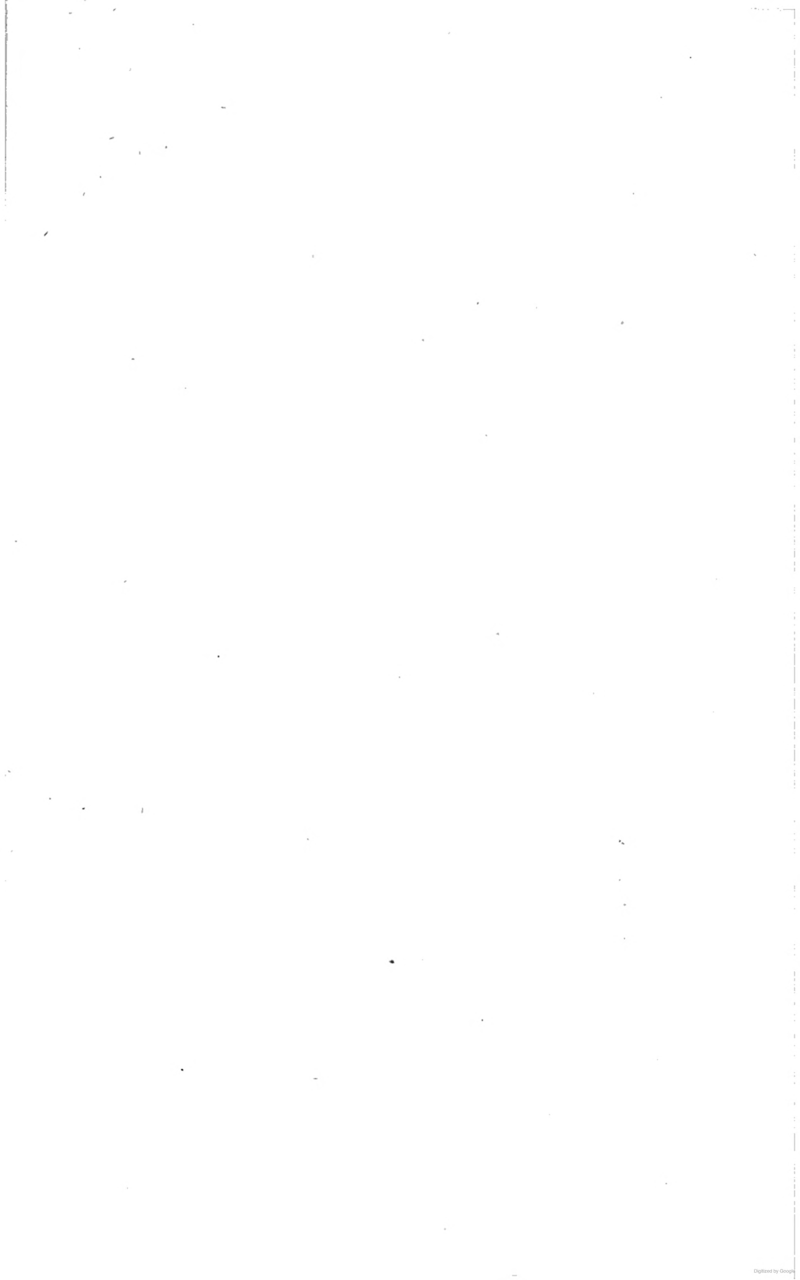
Zweites Capitel.

Eisenbahnfuhrwerke.

I. Wagen (Passive Fuhrwerke).

Nachträge.

— — —



Zweite Abtheilung.

Maschinen zur Verrichtung mechanischer Arbeiten.

Siebenter Abschnitt.

Maschinen zur Ortsveränderung der Körper.

Erstes Capitel.

Strassenfuhrwerke.

§. 1.

Geschichtliche Einleitung[1]).

Die ältesten und zugleich einfachsten Hülfsmittel, um den

---

1) Literatur zur Geschichte der Fuhrwerke auf Strassen (ohne Radbahnen): Beckmann, Beiträge zur Geschichte der Erfindungen. Leipzig 1786. Bd. I, 3. Stück, S. 390. Bezieht sich namentlich auf diejenigen bedeckten Wagen, welche man später „Kutschen" nannte. — Napoleon's Description de l'Égypte. Antiquités, Vol. II, Pl. 9, 12, 32 und Vol. III, Pl 38; meist altägyptische Fuhrwerke von Basreliefs, Wandgemälden etc. aus Theben und der Umgegend entlehnt. — Ginzrot, Die Wagen und Fuhrwerke der Griechen, Römer und anderer alten Völker, nebst Bespannung, Zäumung und Verzierung ihrer Zug-, Reit- und Lastthiere. Erster und zweiter Band. München 1817. 4. Das Ausführlichste und Vollständigste seiner Art, zuweilen mit etwas weitgehender Bemühung, mangelnde Originalabbildungen durch Phantasiezeichnungen zu ersetzen. Bd. I. mit 38, Bd. II. mit 52 Kupfertafeln in Quart. — Derselbe, Die Wagen und Fuhrwerke der verschiedenen Völker des Mittelalters und die Kutschen neuester Zeit nebst der Bespannung, Zäumung und Verzierung ihrer Zug-, Reit- und Lastthiere. Auch des ganzen Werkes dritter Band. München 1830. 4. Mit 161 Kupfertafeln in verschiedenen Formaten. Fast das einzige Werk seiner Art, welches mit Abbildungen begleitet die Fuhrwerke des Mittelalters und die Kutschen bis zu Anfang dieses Jahrhunderts mit vielem Fleiss behandelt. — Wilkinson, „Manners and Customs of the ancient Egyptians". First Series, Volume I—III. London 1837. Ferner von demselben Verfasser „A Popular Account of the ancient Egyptians". In two Volumes. New Edition. London 1874. Beide Werke handeln ausführlich, mit vielen Holzschnitten ausgestattet, über Transportgeräthe (Schlitten und Räderfuhrwerke) der Aegypter. — Cham-

Transport verhältnissmässig grosser, untheilbarer Lasten auf ho-

---

pollion-Figeac, Égypte ancienne. Paris 1839. Ein übersichtlich abgefasstes Werk. Ein Band, 480 Octavseiten. mit 92 Kupferplatten und einer Karte. — Pauly, Realencyklopädie der classischen Alterthumswissenschaft. Sechster Band zweite Abtheilung, Art. „Vehicula". In diesem Werke werden namentlich die Wagen der Griechen unter sorgfältiger Angabe classischer Quellen (jedoch ohne Beifügung von Abbildungen) besprochen. — E. Gerhard, Auserlesene griechische Vasenbilder, hauptsächlich etruskischen Fundortes. Vier Bände Text und vier Bände Kupfertafeln. Quartformat. Berlin 1840 bis mit 1858. Das ausgezeichnetste Werk, um durch ganz vorzügliche Abbildungen unterstützt Studien über Trachten, Cultus-, Kriegs-, Hausgeräthe, Möbeln etc. der alten Griechen machen zu können. — Hermann Weiss, Kostümkunde. Stuttgart 1860. Erste Abtheilung: die Völker des Ostens. Zweite Abtheilung: die Völker von Europa. Von zahlreichen Holzschnitten begleitet, wird hier den Gespann-Fuhrwerken aller Nationen mit grosser geschichtlicher Treue und sorgfältiger Quellenangabe Rechnung getragen. — Lisch, Bronzewagen in Europa. In den Jahrbüchern des Vereins für mecklenburgische Geschichte und Alterthumskunde. Fünfundzwanzigster Jahrgang. Schwerin, 1860. S. 215. Diese Abhandlung vergleicht namentlich einen in Mecklenburg gefundenen Bronzewagen mit den Kesselwagen, welche als grosse Kunstwerke vor dem Tempel Salomonis standen. — Philps, The progress of carriages, roads and water conveyances, from the earliest times etc. London 1861. Ein Buch ohne grosse geschichtliche Bedeutung, aber immerhin werthvolle Notizen enthaltend. — L. Weisser, Lebensbilder aus dem classischen Alterthum, nach antiken Kunstwerken und Erläuterungen dazu, von H. Kunz. Beide Stuttgart 1864, zwei zusammengehörende Werke, die sich durch reichhaltigen Stoff und Treue der Antike auszeichnen. — A. Rich, Illustrirtes Wörterbuch der römischen Alterthümer mit steter Berücksichtigung der griechischen. Enthaltend 2000 Holzschnitte. Deutsch von C. Müller. Paris und Leipzig 1862. An vielen Stellen wird hier über Gespannfuhrwerke (vorzugsweise der Römer) mit sorgfältiger Angabe der Antiken gehandelt, denen die Abbildungen entnommen sind. — Ernst Guhl und Wilh. Koner, Das Leben der Griechen und Römer. Nach antiken Bildwerken dargestellt. 2. Auflage mit 535 in den Text gedruckten Holzschnitten. Berlin 1864. Giebt mit verhältnissmässiger Kürze eine Uebersicht der vorzüglichsten Gespannfuhrwerke der Griechen und Römer. — Ramée, Histoire des Chars, Carosses, Omnibus et Voitures de tous genres. Paris 1866. Begleitet mit 10 Platten sehr hübsch ausgeführter Holzschnitte. Eine Arbeit, welche insbesondere Rücksicht auf die Geschichte der Räderfuhrwerke Frankreichs nimmt, wobei jedoch überall verschwiegen wird, wie sehr der Verfasser (wörtlich) die Beckmann'sche Geschichte der Kutschen benutzt hat. — Deharme, Les Merveilles de la Locomotion. Paris 1874. Ein mit 77 Holzschnitten geziertes populär abgefasstes Werkchen, was mancherlei beachtungswerthe Bemerkungen alter und neuerer Geschichte, sowie statistische Notizen enthält. — Reuleaux, Theoretische Kinematik. Braunschweig 1875. Dies bereits Bd. I, S. 3, Note 1 genannte Werk enthält mehrfache, werthvolle geschichtliche Notizen über Wagen und Wagenbau, insbesondere auf Seite 200 bis mit Seite 205 und ferner Seite 604 bis mit Seite 606. Eine noch ausführlichere Literatur über Fuhrwerke, fast aller

rizontalem oder geneigtem festen Boden möglich zu machen oder zu erleichtern, sind wahrscheinlich Schleifen und Schlitten[1]).

Diese Fahrzeuge (Fuhrwerke ohne Räder) bestanden von jeher aus zwei hölzernen, parallelen, durch geeignete Querverbände (Zangen, Riegel) mit einander vereinigten Bäumen (Läufern, Kufen), die an ihrer Unterseite gehörig geebnet (wohl auch mit Eisen beschlagen) sind, worauf man Lasten stellt oder befestigt und die Ortsveränderung durch unmittelbares Fortziehen derselben auf dem Boden bewirkt[2]).

Zeiten, enthält die Sammlung des Museums im kaiserlich deutschen Generalpostamte in Berlin (Leipzigerstrasse 15), um dessen Gründung sich der Generalpostmeister des Reiches Dr. Stephan ein ganz besonderes Verdienst erworben hat.

1) Die Schleife wird gewöhnlich zum Transporte von Gütern, Materialien u. s. w., nicht aber für Personen in Anwendung gebracht. Schlitten sind Schleifen mit darauf angebrachten Erhöhungen oder Kasten, die man sowohl zum Transporte geeigneter Lasten, als (namentlich) für Personen benutzt. — Schlitten verwendet man vorzugsweise im Winter auf Schnee- und Eisbahnen, sodann aber auch in manchen Hochgebirgen zu allen Jahreszeiten bei abwärts gerichteten Holztransporten etc. Schleifen benutzt man auch im Sommer zum Transport auf Steinpflaster und auf sonst geeignetem (unebenen, weichen) Boden (Erde, Moor etc.) worin Räderfuhrwerke einsinken, oder die Unebenheiten ein Rollen der Räder nur schlecht gestatten würden.

2) Die Zugkraft hat auf horizontalem ebenen Boden niemals das ganze absolute Gewicht von Last und Fahrzeug, sondern lediglich die gleitende Reibung zwischen den Schleifen- oder Schlittenkufen und dem Boden zu überwinden. Bezeichnet man mit W das fortzuschaffende Totalgewicht, mit f den Reibungscoefficienten, so lehrt die Erfahrung, dass man (für gewöhnliche Fälle genau genug) die Zugkraft $= P$ setzen kann:

$$P = f \,.\, W.$$

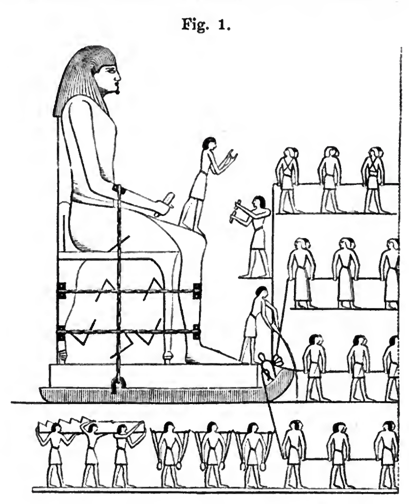
Der kleinste zur Zeit bekannte Reibungscoefficient f (der Bewegung) wurde von Rennie beobachtet, und zwar bei der Reibung von Eisen auf Eis zu $f = 0{,}0143$ $\left(= \frac{1}{69{,}81}\right)$. Nach dem Berichte einer Commission des Franklin-Instituts über Reibungsversuche vom Stapel laufender Kriegsschiffe Rariton und Princeton (Civil Engineer and Architect's Journal, Jahrg. 1859, S. 11) ist der mittlere Werth des Reibungscoefficienten der Bewegung von Holz auf Holz, wenn mit Talg geschmiert wird, circa $1/_{30}$, genauer 0,033 bei einem Druck von 20 bis 50 Pfd. pro Quadratzoll. Coulomb fand schon (man sehe des Verfassers Grundzüge der Mechanik S. 205) in gleichem Falle

$$f = 0{,}037 \left(= \frac{1}{27}\right).$$

Wichtig ist hier noch die Thatsache hervorzuheben, dass der Reibungscoefficient für den Uebergang aus Ruhe in Bewegung, unter sonst gleichen Umständen, viel grösser (nahezu 10 mal so gross) als der Reibungscoefficient der Bewegung ist.

Nachstehende, dem vorher angeführten Buche Champollion-Figeac's [1]) entlehnte Abbildung (Fig. 1) lässt erkennen, wie man im alten Aegypten kolossale Steinfiguren und monumentale Baustücke mittelst Schlitten von den Steinbrüchen aus nach dem oft sehr entfernten Aufstellungsorte transportirte. Die hier abgebildete Statue (eine Privatperson, keinen König darstellend) hat etwas über 22 Fuss engl. Höhe und ist durch doppelte Seile auf dem Schlitten befestigt.

Fig. 1.



Die erforderliche Spannung der Seile erzeugt man schliesslich durch geeignete Drehung mittelst in entsprechenden Abständen dazwischen gesteckter hölzerner Stöcke (Pflöcke, Reitel). Platten von Leder, Blei etc. wurden dabei an denjenigen Stellen der Statue aufgelegt, woselbst die Seilreibung ohne diese Vorsicht eine Beschädigung veranlassen konnte. An dem Vordertheile des Schlittens waren Zugseile (hier vier) befestigt, woran an jedem 43 Mann anfassten (bei Wilkinson sämmtlich abgebildet), so dass überhaupt 172 Menschen den Transport bewirkten. Am vorderen Ende des Schlittens bemerkt man einen Arbeiter, welcher irgend ein Schmiermittel (Oel, Wasser etc.) aus einem Gefässe auf die Bahn schüttet, über welche der Schlitten gezogen werden soll und die man (wie aus anderen Abbildungen unserer Quelle erhellt) [2]) mit geeigneten Bohlenstücken vorher belegt hatte.

---

1) P. 149, Taf. 32. Auch bei Wilkinson, „Manners etc." Vol. III, p. 328 and A Popular Account, Vol. II, p. 307.

2) Champollion-Figeac a. a. O. p. 149.

Auf dem Knie der Figur steht ein Mann, der das Zeichen zum gemeinsamen Anziehen durch Zusammenschlagen der Hände gegeben zu haben scheint.

Von den unter dem Schlitten sichtbaren Männern tragen wahrscheinlich einige in Gefässen Wasser oder Schmieröl zu, andere bringen sonstiges Material (Geräthe, Werkzeuge) zur Stelle, was Alles bei Wilkinson nach Hieroglyphen genauer erklärt wird.

Auf dieselbe Weise transportirten die alten Aegypter die Särge, worin sie ihre Mumien aufbewahrten, wie mehrfache Abbildungen aus Theben bei Wilkinson[1]) erkennen lassen.

Wilkinson führt ferner einen auf gleiche Weise transportirten Obelisken von 297 engl. Tonnen (= 5940 engl. Ctnr.) Gewicht an, der zum grossen Tempel zu Karnack gehörig von dem Steinbruche aus 138 engl. (28 deutsche) Meilen weit (zu Lande) fortgeschafft werden musste. Ferner gedenkt derselbe Schriftsteller (Manners etc., Vol. III, p. 329) zwei colassaler Statuen, jede aus einem einzigen Block gearbeitet, von 47 Fuss Höhe und einem Inhalte von 11500 Cubikfuss, von circa 887 Tonnen Gewicht (also 2,63 spec. Gewicht des Steines), die eben so weit (von E'Sooan nach Theben) transportirt worden waren.

Monolithen, beispielsweise der Tempel von Latona und Buto, sollen Gewichte von mindestens 5000 engl. Tonnen besitzen, deren Transport wahrscheinlich auf gleiche Weise geschehen sein wird[2]).

Im Herodot finden sich (Buch 2) mehrere hierher gehörige interessante Notizen, wovon einige unten[3]) aufgenommen sind.

---

1) A Popular Account, Vol. II, p. 359, 368 und 373. Auch bei Weiss, Bd. 1, S. 120.

2) Man erinnere sich hier (Bd. 1, S. 4) des Gewichts von 1914 Tonnen einer Röhre der Menai-Brücke, des ebenfalls transportirten Hôtels Pelham in Boston von 5000 Tonnen Gewicht, der deutschen Panzerfregatte König Wilhelm I. von 9000 Tonnen und des Gewichts vom Schiffskörper des Great Eastern von 27000 Tonnen.

3) Unter Anderem wird (Nr. 124) von dem König Cheops Folgendes gesagt: „Er stellte Arbeiter an, um aus den Steinbrüchen im arabischen Gebirge (zum Pyramidenbau) Steine zu ziehen bis an den Nil, und wenn die Steine auf Fahrzeugen über den Fluss gesetzt waren, so stellte er andere an, die ziehen mussten von da bis an das Libysche Gebirge. Und es arbeiteten je zehnmal zehntausend Mann drei Monden hindurch. Und es dauerte, da das Volk also bedrückt war, zehn Jahr, dass sie bauten den Weg, darauf sie die Steine zogen, ein nicht geringeres Stück Arbeit, als die Pyramide selbst etc." Sehr ausführlich Bd. IV, S. 316—322 der Allgem. Maschinenlehre. — Vom König Amasis erzählt

Andere beachtenswerthe Angaben ähnlicher Art macht Borgnis in seinem Traité complet de Mécanique, Art. „Mouvemens des Fardeaux," Chap. VI. unter der Ueberschrift: „Transport des obélisques, des temples monolithes égyptiens etc.", p. 189 etc.

Bausteine von verhältnissmässig geringerem Gewichte befestigte man auf Schlitten, die von Ochsen gezogen wurden. Abbildungen dieser ägyptischen Transportweise findet man bei Wilkinson (Manners etc., Vol. III, p. 324 und im Popular Account, Vol. II, p. 306, mit der Bezeichnung: „Removing a Stone from the quarries of El Māsara").

Die Anwendung von kreisrunden Walzen zwischen Schlitten und Erdboden, um die gleitende Reibung in die geringere rollende Reibung zu verwandeln, scheint für weite Transporte derartig gewichtiger Massen ganz ausgeschlossen gewesen zu sein, was sich wohl durch die Unmöglichkeit erklärt, die Walzen (die sich überdies langsamer als die Last bewegen) in genau paralleler Richtung zu erhalten; weil ferner fast horizontale, ebene Wege erforderlich gewesen sein würden und wohl auch keine (merklichen) Krümmungen (Richtungsveränderungen) hätten vorkommen dürfen.

Dass man derartige Massentransporte (vorzugsweise) ohne untergelegte Walzen geschehen liess, lassen auch viele schöne Abbildungen in Layard's grossem Werke über die Monumente von Niniveh erkennen [1]).

So findet sich namentlich auf den Kupferplatten 14 und 16 mit den Ueberschriften „Drawing upright Bull on a Sledge" (Kouyunjik) der Transport eines kolossalen geflügelten Ochsen dargestellt, welcher auf einem kräftigen Schlitten durch hölzerne Bäume und Hanf- oder Bastseile gehörig befestigt ist und dessen fort-

(Nr. 175) Herodot: „Zum anderen weihete er grosse Kolosse und Sphinxe und liess auch sonst noch zu Bauten Steine von übermässiger Grösse heranschaffen. Und derselben etliche liess er bringen aus den Steinbrüchen bei Memphis, die ungeheuer grossen aber aus (der Stadt) Elefantina, die da entfernt ist von Saïs eine Fahrt von 20 Tagen. Vor allem aber das grösste Wunder ist mir dies: Er liess auch herbeischaffen von Elefantina ein Häuschen aus einem einzigen Stein und daran schafften an drei Jahre lang zweitausend Männer, die da bestellt waren es herzubringen."

1) A Second Series of the Monuments of Niniveh, from drawings made on the spot etc., by Austen Henry Layard. Seventy-one Plates. Imperial-Folio. London 1853. Man sehe auch die schöne Abbildung des Transportes eines solchen colossalen Steinbildes im 4. Bande S. 323 dieses Werkes.

schreitende (gleitende) Bewegung durch eine grosse Menge Menschen bewirkt wird.

Dabei ist jeder Mann mit Hülfe eines besonderen Zugseiles oder einer Koppel an einem der vier vorhandenen Zugtaue angeschirrt (ähnlich wie man bei uns das Schiffsziehen an Seilen ausführt), während gleichzeitig eine grosse Menge anderer Arbeiter damit beschäftigt ist, vor dem Schlitten verhältnissmässig kleine Bohlenstücke auf den Erdboden zu legen, über welchen der belastete Schlitten gezogen werden soll, noch andere endlich sind bemüht, die freigewordenen Bohlenstücke hinter dem Schlitten aufzulesen und diesem nachzutragen. Wahrscheinlich wurde hierbei der Transport nur auf kurze Entfernung beabsichtigt, da man an der Hinterseite des Schlittens durch geeignete Hebebäume und grosse Keile die Fortschaffungsarbeit stets zu unterstützen bemüht ist.

Von älteren Nachrichten zuverlässiger Art, dass man die Transporte gewichtiger Massen auf mehr oder weniger horizontalem Wege mit Vermeidung der gleitenden Reibung geschehen liess, finde hier die noch Platz, welche Vitruv im 6. Cap. des 10. Buchs seiner Baukunst über das Verfahren des Baumeisters Ktesiphon mittheilt, wie derselbe die 60 Fuss langen und schweren Säulen zum Baue des Dianentempels zu Ephesus transportiren liess [1]).

Die runden Säulenschäfte wurden an beiden ebenen Endflächen angebohrt und daselbst verhältnissmässig dünne eiserne Kreiscylinder (Bolzen, Zapfen, Achsen) befestigt, die sich in Pfannen (Ringen) eines hölzernen Rahmens drehten, woran man die Zugthiere (Ochsen) unmittelbar spannte, so dass die ganze Zusammenstellung der Art und Weise entsprach, wie man gegenwärtig die sogenannten Garten- und Ackerwalzen (Bd. 2, S. 554, zweite Auflage) anzuordnen und fortzuschaffen pflegt. Die nicht runden Gebälke (Architrave) zu den Säulen des Dianentempels liess der Sohn (Metagenes) des Ktesiphon dadurch fortschaffen, dass er ein förmliches Räderfuhrwerk (Karren mit 2 Rädern von 12 Fuss

---

1) Dem Verfasser lagen die Uebersetzungen des Vitruv'schen Werkes über Baukunst von A. Gualtherus (Würzburg 1548) und von A. Rode (Leipzig 1796) vor. Beiläufig werde noch auf die französische Ausgabe des Vitruv'schen Werkes aufmerksam gemacht, die Dr. Perrault in Paris (1784) besorgte. In keiner anderen, dem Verfasser bekannt gewordenen Ausgabe finden sich so correcte und schöne Abbildungen, die bekanntlich im Vitruv'schen Originale gänzlich fehlen.

Durchmesser) bildete, dessen Achse die Steingebälke selbst ausmachten, und zwar so, dass beim Fortschaffen dieselben frei über dem Erdboden schwebend gehalten wurden. Die erforderliche Zugkraft wurde auch hier von Ochsen ausgeübt, die man direct an das aus vierzölligen hölzernen Balken gebildete Gestell angespannt hatte. Abbildungen hiervon hat u. A. auch Rode (a. a. O. Taf. 18) zu geben versucht. Vitruv selbst hat keine Zeichnungen hinterlassen.

Beim Transporte des Vatican-Obelisken (vor der Peterskirche) in Rom, durch den Baumeister Dominico Fontana im Jahre 1586, befestigte man den beinahe 10 000 Centner wiegenden Obelisken auf einem Schlitten, brachte aber zwischen dessen Kufen und den sorgfältig geebneten und zugerichteten Erdboden 70 hölzerne Walzen an, um die gleitende Reibung in rollende umzusetzen. Ungeachtet der ganze zu durchlaufende Weg nur ein sehr kurzer war, verursachten die Walzen dennoch mancherlei Noth und Aufenthalt, weil bald einige zerbrachen, andere in den Boden eingedrückt wurden u. dgl. m., so dass ältere und auch neuere Sachverständige (unter ähnlichen Umständen) von deren Anwendung abriethen [1]).

Von den Mitteln, die Nachtheile des Walzentransportes zu vermeiden, ohne ausschliesslich gleitende Reibung überwinden zu müssen, verdient in der Geschichte besonders das Verfahren erwähnt zu werden, dessen sich 1769 Carburi beim Transporte des grossen 1217 Tonnen (= 24340 engl. Ctnr.) wiegenden Granitblockes [2]) bediente, welcher der Reiterstatue Peters des Grossen in St. Petersburg als Piedestal dient [3]).

Dieser einzelne Granitblock (Monolith) wurde in einem Sumpfe, vier Meilen von der finnländischen Küste, aufgefunden, aufgehoben (er stak 12 Fuss tief im Moraste), auf die Seite gewendet und auf eine geeignete Unterlage gelegt. Hierauf richtete man eine Strasse durch den Sumpf her, legte ein hölzernes Gleis darauf,

---

1) Borgnis a. a. O.: „Mouvemens des Fardeaux“, p. 195 und, ebenfalls mit Abbildung begleitet, im vierten Bande, S. 340 dieses Werkes.

2) Der Block bildet ein unregelmässiges Parallelepiped von 45 Fuss engl. Länge und einer mittleren Basis von beziehungsweise 29 und 22 Fuss Seitenlängen.

3) Borgnis a. a. O. §. 258 und J. K. Brunel (der geniale Erbauer des Themsetunnels) in einem Anhange zu dem bekannten englischen Werke „The Horse (das Pferd)“, deutsch von Hering (dritte Auflage), Stuttgart 1862. S. 501 ff. Beiden Quellen sind einige Abbildungen beigegeben.

liess Alles bis zum Winter liegen und fing den Transport erst an, als der Morast gefroren war.

Das erwähnte Gleis war aus colossalen Balken gebildet, in deren Mitte (der ganzen Länge nach) man eine mit Metall ausgelegte Rinne geschaffen hatte. Aehnliche correspondirende Rinnen waren an der unteren Fläche der Schleife angebracht. Zwischen beiden Rinnen liefen Messingkugeln von ungefähr 6 Zoll Durchmesser, so dass die ganze zu transportirende Masse auf 32 solchen Kugeln ruhte. Nachdem der Block einmal auf den Kugeln lag, wurde er mittelst Schiffswinden in Bewegung gesetzt. Nach dem Transport des enormen Steines auf eine Entfernung von 4 engl. (0,868 deutschen) Meilen über ungünstiges Terrain, erfolgte weiter die Ueberfahrt von 13 engl. (2,82 deutschen) Meilen auf einem besonders dazu erbauten Blockschiffe.

Nach Wissen des Verfassers hat auch diese Transportmethode bis jetzt keine Nachahmung erfahren, wahrscheinlich auch deshalb mit, weil die Reibung der Kugeln nicht unter allen Umständen eine rein rollende, sondern theilweise auch eine gleitende war, ganz abgesehen von anderen Uebeln, welche naturgemäss dies ganze Verfahren mit sich führen musste.

Den Landtransport des gegenwärtig den Place de la Concorde in Paris zierenden Obelisken von Luxor (allerdings auf nur kurzen Strecken) verrichtete man deshalb auf verhältnissmässig geneigten Ebenen, wobei man (ähnlich wie es bereits die Alten machten) Sorge trug, den ganzen zu durchlaufenden Weg mit hölzernen Bohlen zu belegen, die man fortwährend mit Schmiere versah etc. [1]).

Noch heute erfolgt das Vomstapellassen, sowie das Aufziehen auf den sogenannten Helling bei den grössten Schiffen auf geeigneten schiefen Ebenen, mittelst dazwischen gebrachter Schlitten, wobei man die sich r e i n g l e i t e n d reibenden Flächen entsprechend mit Fett einschmiert und das Ziehen durch eine gehörige Anzahl wohlbemannter Winden (oder hydraulischer Pressen) verrichtet [2]).

§. 2.

Ungeachtet der gerügten unvermeidlichen Uebelstände bei

1) **Delaunay**: Cours élémentaire de mécanique, §. 143 und Bd. 4, S. 316 etc. dieses Werkes, an beiden Stellen mit Abbildungen begleitet.

2) Man sehe hierüber die bereits Bd. 1, S. 5 (zweite Auflage) citirten Quellen, welche sich auf den Transport des Riesenschiffes Great Eastern beziehen.

der Bewegung von Lasten auf Walzen war es doch unläugbar, dass sich hierdurch der Zugwiderstand bedeutend verminderte, weshalb den Werkleuten die Idee kommen musste, die Achse der Walzen zu verkörpern und zu lagern, die Walze selbst aber zu zwingen, sich um diese Achse (Zapfen) zu drehen, überhaupt das Räderfuhrwerk zu erfinden, wobei die schmalen Walzen (Räder) mit dem Gerüst (Wagengestell), worauf die Last ruht, zugleich fortgeschafft werden, und zwar (wenn die Räder nur rollen und nicht gleiten) mit derselben Geschwindigkeit.

Bei derartigen Räderfuhrwerken sind andere Widerstände wie bei der Schleife zu überwinden. Zwischen Zapfen und Pfanne (Lager) tritt eine eigenthümlich gleitende Reibung (Zapfenreibung) auf, wozu der Widerstand der rollenden oder wälzenden Reibung kommt, welche beiden Widerstände zugleich von der Zugkraft überwunden werden müssen. Die Pfannen- oder Zapfenreibung lässt sich aber durch Vergrösserung der Raddurchmesser derartig vermindern, dass der Gesammtwiderstand dennoch kleiner ausfällt, als dies bei Verwendung von Schleifen oder Schlitten der Fall ist[1]). Ausführlicheres hierüber §. 9.

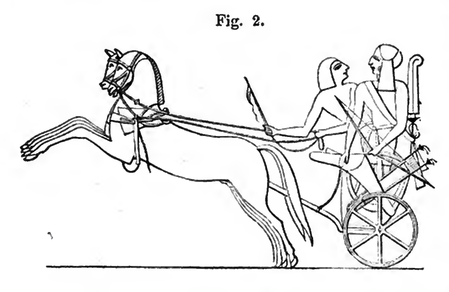
Wer die Räderfuhrwerke erfunden hat, ist nicht zu ermitteln; Thatsache ist es jedoch, dass sie bereits in den ältesten Zeiten

1) Zwischen Boden und Radumfang ist übrigens eine gleitende Reibung erforderlich, deren statisches Moment grösser sein muss, als das statische Moment der Zapfenreibung, wenn sich die Räder umdrehen und nicht glitschen sollen. Beim Fahren über Eis und gefrorenen Schnee drehen sich im entgegengesetzten Falle die Räder zuweilen nicht mehr, so dass das ganze Fuhrwerk geschleift wird. Wenigstens bemerkenswerth dürfte hier die Thatsache sein, dass noch im vorigen Jahrhunderte ein Franzose Namens Duquet nachzuweisen bemüht war, dass unter allen Umständen die Schlitten vor dem Räderfuhrwerke (Wagen) den Vorzug verdienten. Duquet überreichte seiner Zeit der Pariser Akademie der Wissenschaften ein Modell, wodurch er seine Behauptung zu beweisen suchte. Näheres hierüber ist in J. N. Müller's „Versuch einer systematischen Abhandlung vom Fuhrwesen“ nachzulesen, welche 1787 in Göttingen erschien. Dass sich Duquet irrte, beweist einfach die heute überall gebräuchliche Verwendung von Räderfuhrwerken statt Schlitten, da selbst bei weichen Wegen, wo die Räder zuweilen stark einschneiden, eine Vergrösserung der Felgenbreite dem Uebel abhilft. Ausnahmefälle werden naturgemäss immer die bleiben, welche bereits im Vorhergehenden erwähnt wurden, d. h. beim Transportiren von Lasten über Eis-, Schneeflächen, glattes Steinpflaster und weichen Boden, ferner wenn die Lasten so mächtig werden, dass man nicht (vortheilhaft) Räder und Achsen stark genug construiren kann, um deren Zerbrechen zu vermeiden.

und gewiss mehrere Tausend Jahre vor Christi Geburt bekannt und in Anwendung gewesen sind [1]).

Ein Fuhrwerk der ältesten Art, und zwar einen zweirädrigen Kriegswagen [2]) des Sohnes Ramses des Grossen, zeigt Fig. 2, welche den mehrfach citirten Werken Wilkinson's entnommen ist. Die bewaffnete Person ist offenbar der Königssohn, während die andere lediglich zur Leitung und Lenkung der zwei vorgespannten Pferde bestimmt ist [3]).

Fig. 2.



Die Bauart derartiger Wagen erhellt besser aus Fig. 3 [4]),

1) In den Hymnen des Rig-Veda (deutsch vom Prof. Grassmann in Stettin), bekanntlich die ältesten Urkunden (wohl über 5000 Jahre alt) des gesammten indogermanischen Völkerstammes, finden sich sehr viele Stellen, wo verschiedener Wagengattungen (allerdings meist allegorisch) gedacht wird. So heisst es z. B. bei Grassmann S. 25 (II, 18 „An Indra")

„Früh ward geschirrt der neue, reiche Wagen,
„Dess Joche vier, sechs Peitschen, sieben Stränge,
„Zehn Räder auch, der menschenhold voll Glanz ist;
„Durch Wunsch' und Bitten „„lasst uns ihn beeilen.""

Und ebendaselbst S. 83 (III, 35 „An Indra"):

„Ich schirre Dir durch Spruch die spruchgeschirrten
„Das rasche Rossepaar beim Mahl, o Indra,
„Besteig' den festen gut geschmierten Wagen,
„Des Weges kundig, komme her zum Soma."

Reuleaux (Kinematik, S. 205) ist der Meinung, dass der Wagen nicht aus der Schleife, sondern aus dem rollenden Körper, dem Rade selbst (ratha im Sanscrit, ebendaselbst S. 606) ausgebildet worden sei. — v. Kaven („Der Wegbau", S. 4) äussert sich über diese Frage wie folgt: „Die Erfindung des Wagens, selbst in rohester Gestalt, setzt schon einen gesteigerten Culturzustand, Wege und Strassen voraus, und vom ursprünglichen Wagen bis zu dem Fuhrwerke mit Federn hat man lange Zeit gebraucht."

2) A popular account of the ancient Egyptians. Vol. I, p. 371.

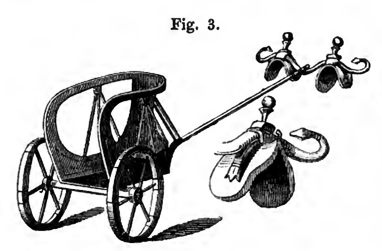
3) Dergleichen Wagen waren es jedenfalls, von denen es im 2. Buche Mosis Vers 7, heisst: „Pharao nahm 600 auserlesene Wagen und was sonst von Wagen in Aegypten war" etc.

4) Wilkinson a. a. O., p. 371. Mit prächtig angeschirrtem Zweigespann. Ebendaselbst S. 382.

wobei überdies (im Vergleiche mit Fig. 2) auch die Art der Bespannung eine Erklärung findet.

Man erkennt leicht, dass die Räder nicht volle Scheiben bilden, sondern aus Nabe, sechs Speichen und aus einem Radkranze bestehen, welcher aus Theilen (Bogenstücken oder Felgen) zusammengesetzt ist, sowie dass sich die Räder um die Achszapfen drehen und am Ablaufen durch einen Vorstecker (Lünz, Splint) verhindert sind. Der direct auf der viereckigen, geraden Achse befestigte Wagenkasten (an welchem beim Gebrauche, wie Fig. 1 zeigt, zur Seite Pfeil- und Bogenköcher hängen) war verhältnissmässig leicht construirt und bestand aus Korbgeflecht, Holz oder Metall, wobei man entsprechende Theile mit Leder, feinen Blechen u. dgl. belegte. Die Vorderwand war weit vorgebogen, um dem Kämpfer wie dem Wagenführer möglichst grossen Spielraum zu verschaffen, und wahrscheinlich auch, um beide zugleich in den Stand zu setzen, sich im Nothfall schnell aus dem Wagen auf die Pferde werfen zu können [1]).

Fig. 3.



Die Deichsel war mit dem Wagenkasten zu einem Ganzen fest verbunden, und zwar scheint das hintere Ende derselben unter dem Kasten durchgegangen und in der Achsmitte eingezapft gewesen zu sein. Dass dabei die Deichsel, zufolge einer entsprechenden Krümmung am Wagenkasten, schräg aufwärts gerichtet war, erhellt gleichfalls aus unserer Abbildung. Letztere Anordnung erfordert die Bespannungsart, die aus einem Joche (Kammdeckel) bestand, welches, um die Pferde nicht zu drücken, mit geeigneten Zwischenkissen ausgestattet war. Dies Joch verband man entweder durch Riemen mit dem Deichselende oder mittelst eines starken Bolzens, während es an den Pferden am Platze behalten wurde. Das Anschirren der Pferde geschah übrigens durch sogenanntes Brustblattgeschirr (Sielengeschirr), aus

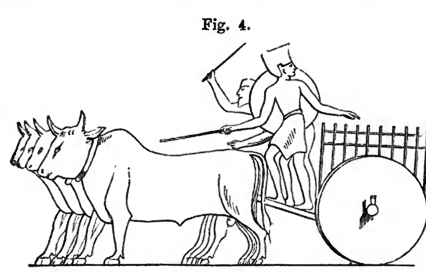
1) Dass derartige Wagen auch aus Eisen construirt wurden, erhellt u. A. aus der Bibel, wo es im Buche der Richter Cap. 4, Vers 13 heisst: „Und er rief alle seine Wagen zusammen, 900 eiserne Wagen."

Brustriemen, Bauchgurten, Fahrzaum etc. bestehend, wobei die Leitseile durch Oesen, Ringe etc. der Joche liefen.

Aehnlicher zweirädriger, von zwei Pferden oder Ochsen gezogener Wagen bedienten sich die Töchter der ägyptichen Könige, wie u. A. die Abbildungen bei Wilkinson[1]) und bei Weiss[2]) erkennen lassen.

Eins der ältesten Lastfuhrwerke (sogenannter Tokkari-Karren) mit Scheibenrädern zeigt Fig. 4, welche nach Wilkinson[3]) einem Wandgemälde des alten Theben entlehnt sein soll.

Fig. 4.



Höchst wahrscheinlich sind Fuhrwerke mit Scheibenrädern solchen mit Speichenrädern vorausgegangen, erstere also älter wie letztere[4]). Auch scheint es, als habe man dabei anfänglich die Räder mit der Achse zu einem Ganzen derartig verbunden, dass sich beide Theile mit einander in festliegenden Höhlungen drehten, die man am Wagengestell (lagerartig) angebracht hatte, oder, wie Reuleaux (a. a. O., S. 204) bemerkt, dass die beiden Räder mit vierkantiger Mittelhöhlung auf die hölzerne Achse gesteckt waren. Die ganze Anordnung ist also dieselbe, wie bei unseren heutigen (gewöhnlichen) Eisenbahnfuhrwerken, woselbst auch Räder und Achsen fest mit einander verbunden und die betreffenden Lager am Wagengestelle befestigt sind. Später, bei den Römern, wurde ein solches zweirädriges Lastfuhrwerk Plaustrum (Rich, Illustr. Wörterbuch der römischen Alterthümer) jedoch Plaustrum majus genannt, wenn es mit vier Rädern ausgestattet war. Rich erwähnt besonders, dass man von dem Plaustrum gewöhnlich als von einem Fuhrwerke gesprochen habe, was sich durch ein knarrendes, lärmendes Geräusch bemerklich machte.

---

1) A popular account Vol. II, p. 385, 392 etc.

2) Erste Abtheilung S. 136.

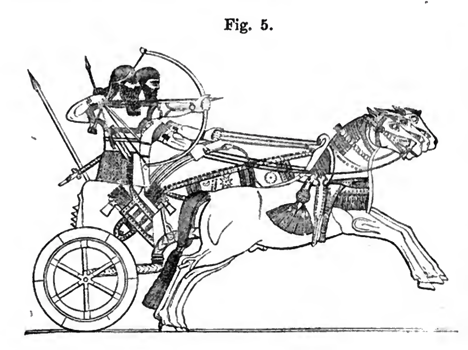
3) Vol. I, p. 371, 382.

4) Man sehe auch die Abbildung eines alt-brittischen Bauernkarrens, S. 31, Fig. 24.

Noch heute soll sich die Bauart des Plaustrums mit zwei Scheibenrädern (als Karren) in Portugal, auf Formosa etc. erhalten haben [1]).

Vierrädrige Fuhrwerke scheinen damals wenig vorhanden gewesen zu sein und besonders religiösen Zwecken gedient zu haben [2]), wie Herodot [3]) angiebt und wovon Wilkinson Abbildungen veröffentlicht hat [4]).

Fig. 5.



Die Kriegswagen der Assyrier (fast 1200 Jahre vor Christo), offenbar den ägyptischen nachgebildet, scheinen besonders fest und dauerhaft construirt gewesen zu sein, wie dies Fig. 5 erkennen lässt, welche dem grossen La-

---

1) Reuleaux, Kinematik S 204 und S. 606.

2) Reuleaux (a. a. O., S. 604) berichtet über diese Wagengattung wie folgt: Der vierrädrige Wagen war nichts destoweniger im Gebrauch, vornämlich zur Lastenführung. Er war mit festen Achsen ausgerüstet und darum weit schwerer lenkbar, als der zweirädrige. In Indien kommen heute bei den Eingeborenen vereinzelt vierrädrige Wagen mit einer Art drehbaren Vordergestells vor. Letzteres darf wohl als verhältnissmässig alt angesehen werden. Wir wissen, dass die Streitwagen des Porus nicht von den kostbaren Armeepferden, sondern von Zugochsen bis in die Nähe des Schlachtfeldes gezogen wurden; ähnliches mag überhaupt häufig geschehen sein. Koppelte man nun hierbei zwei der leeren Wagen zusammen, indem man die Deichsel des einen an den Bügel des vorausgehenden festband, so war ein Gefährt, welches aus Vorder- und Hinterwagen bestand, gebildet. Seine grosse Lenkbarkeit musste nachgerade auffallen und mag so die Veranlassung zur absichtlichen Herstellung des drehbaren Vordergestelles gegeben haben.

3) Zweites Buch (Euterpe) 63, woselbst es also heisst: „Und die Wenigen, so (um des Götzen Bild) zurückgeblieben, ziehen einen vierrädrigen Wagen, worauf steht das Gotteshaus und das Bild darin."

4) Vol. I, p. 384 wird der betreffende Holzschnitt (Fig. 337) mit der Bemerkung begleitet: „Singular instance of a four-wheeled carriage, on the bandages of a mummy, belonging to St. d'Athanasi."

yard'schen Werke über die Monumente von Niniveh [1]) nachgebildet ist.

Wie bei den ägyptischen Kriegswagen ruhte auch hier der Wagenkasten unmittelbar auf der Achse, an der wiederum die Deichsel befestigt war. Die Radkränze bestanden in der Regel aus sechs Felgen, die man durch sechs Speichen [2]) mit der Nabe verbunden hatte.

Zum Anspannen der Pferde dienten ebenfalls Joche, ferner Brustblattgeschirre, Fahrzäume etc.[3]).

Eine eigenthümliche Verbindung zwischen dem Wagenkasten und dem äussersten Ende der Deichsel bildete ein breiter fischbauchartig in zwei Spitzen auslaufender Streifen Zeug oder Leder, der mit allerlei Zierrathen und Bildern von Sonne, Mond und Sternen geschmückt war, theils als Prunkgegenstand, vorzugsweise aber dazu diente, die Zügel der beiden Pferde unter allen Umständen von einander getrennt zu halten.

Sonstiger Schmuck erstreckte sich besonders auf die Geschirre der Pferde, dann auf Ränder und Felder der Wagenkästen, an denen seitwärts Pfeil- und Beilbehältnisse von kostbarer Arbeit symmetrisch angebracht waren.

Fig. 6 zeigt einen altpersischen Wagen, dessen Abbildung Wilkinson dem Werke des Sir R. Ker Porter entlehnte und der namentlich wegen der Construction seiner Räder beachtenswerth ist. Zuerst machen sich diese Räder durch die grosse Speichenzahl (11 statt 4 oder 6) bemerkbar, sodann aber durch ihre Reifen mit kleinen perlförmigen Erhöhungen. Nach Prof. Lindenschmidt in Mainz bestand nämlich (bei manchen assyrischen und altpersischen Rädern) der ganze Ringbeschlag aus Nägeln, welche in so dichter Reihe derartig in den hölzernen Felgenkranz eingeschlagen waren, dass sich die breiten Köpfe einander deckten. Reuleaux betrachtet diese Nägel des Ring-

---

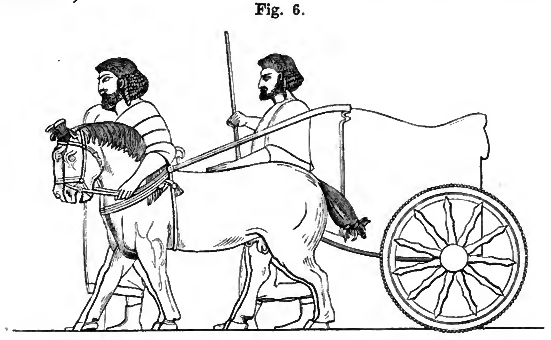
1) The Monuments of Nineveh, illustrated in one hundred Plates. London 1849.

2) Weiss (Erste Abtheilung) S. 251 führt assyrische Wagen von Skulpturbildern der späteren Zeit an, wobei man die Zahl der Speichen auf acht gesteigert hatte, die Felgen verankert erscheinen und überhaupt der ganze Bau noch fester, aber auch plumper geworden war.

3) Im Gegensatze zu den homerischen Helden, die niemals zu Pferde, sondern dafür zu Wagen kämpften, gebrauchten die Assyrer das Pferd sowohl zum Reiten als zum Fahren.

beschlages als Vorstufe zu dem aus einem Stücke gebildeten Radreifen [1]).

Fig. 6.



Bei manchen dieser Völker war die Anzahl der vorhandenen Kriegswagen sehr gross, wie dies u. A. aus mehreren Stellen der Bibel erhellt [2]).

Im israelitischen Heere scheint zuerst David den Grund zu einer tüchtigen Kriegsmacht gelegt und dabei auch den Kriegswagen die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt zu haben [3]).

---

1) Im Layard's Werke „A second Series of the Monuments of Niniveh" finden sich Plate 41, 42 und 49 ebenfalls Abbildungen von Kriegswagen mit perlartigen Radumfängen statt der glatten Reifen aus Bandeisen.

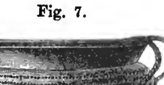
2) So wird im 1. Buch Samuelis Cap. 13, Vers 5 berichtet: „Da versammelten sich die Philister, zu streiten mit Israel, 30000 Wagen, 6000 Reiter" etc. Ferner heisst es im 1. Buche der Chronika Cap. 19, Vers 7: „Und (die Ammoniter) dingten 32000 Wagen" etc.

3) David gelangte zu den Streitwagen, als einem kostbaren Kriegsgeräthe jener Zeit, erst durch seine Siege über die Moabiter und Syrer, wobei er diesen Völkern grosse Mengen von Streitwagen abnahm. So heisst es 2. Samuelis VIII, 4: „Und David fing aus ihnen (den Moabitern) tausend und sieben hundert Reiter und zwanzig tausend Fussvolks, und verlähmte alle Wagen, und behielt übrig hundert Wagen. Ferner 2. Samuelis X, 18: „Aber die Syrer flohen vor Israel; und David erwürgete der Syrer sieben hundert Wagen und vierzig tausend Reiter" etc. Unentschieden lässt hier die Bibel die Frage, ob die Streitwagen hölzerne oder eiserne waren, da man zwar letztere nicht verbrennen, wohl aber zerschlagen, überhaupt unbrauchbar machen (verlähmen) konnte. Bemerkenswerth ist es jedenfalls, dass schon früher im Kriege der Israeliten gegen die Cananiter unter Josua (Buch der Richter Cap. 1, 19) eiserne Wagen im Besitze der Feinde Judas waren. Die zuletzt citirte Bibelstelle lautet also: „Und der Herr war mit Juda, dass er das Gebirge einnahm; denn er konnte die Einwohner im Grunde nicht einnehmen, darum, dass sie eiserne Wagen hatten."

Ein beachtenswerthes Beispiel metallener (aus Bronze gegossener) Wagen und zwar vierrädriger sind die sogenannten Kesselwagen, welche als grosse Kunstwerke vor dem Tempel Salomonis standen (I. Buch der Könige Cap. 7)[1]. In höchstem Grade merkwürdig ist daher die Auffindung eines ganz ähnlichen Wagens im Jahre 1843 auf der Feldmark des Dorfes Peccatel, eine Meile südlich von Schwerin[2], dessen Alter man in die Zeit um das Jahr 1000 vor Christi Geburt setzt[3].

Nachstehende Fig. 7 ist eine getreue Copie (nur halb so gross) der von Lisch gelieferten Abbildung.

Fig. 7.



Die Grundlage des ganzen Geräthes, welches im Zusammenhange 38 Centimeter hoch ist, bildet ein kleiner vierrädriger Wagen von Bronze. Auf dem Gestelle dieses Wagens steht ein hohler Cylinder oder Säulenschaft aus zusammengenietetem Bronzeblech, welcher eine grosse Bronzevase trägt, die mit vier Henkeln und mit Buckelreihen als Verzierung versehen ist.

Besonders bemerkenswerth für unsere Zwecke dürfte sein, dass die Räder (wie vorherrschend die der griechischen Wagen) vierspeichig sind. Der mittlere螺Haupttheil der Achsen und der Langbäume ist nicht gerade, sondern in sehr gefälliger Form bogenförmig, nach oben hin wie ein Joch Ω oder wie der Umriss einer Glocke gebogen. Die Achsen laufen an ihren Enden in horizontale, dünne Cylinder aus, auf welchen sich die vier Räder bewegen. Eben so laufen die Enden der Langbäume an beiden Enden des Wagens, nach vorn und hinten, in dünne Stäbe

1) In neuerer Zeit hat es wieder ein amerikanischer Geistlicher, Paine mit Namen, versucht, Abbildungen des Salomonischen Tempels, seiner Theile und Geräthe, nach der Bibel und den späteren Nachrichten des Josephus zu liefern. Das betreffende Werk ist unter dem Titel „Solomon's Temple" im Jahre 1861 in Boston (Nordamerika) erschienen. Die Abbildung des fraglichen Kesselwagens als Waschgefäss (Laver) der opfernden Priester findet sich daselbst Pl. XII. Fig. 5. Die Aehnlichkeit dieser Abbildung mit der des Bronzewagens von Peccatel ist allerdings frappant.

2) Dr. Lisch, Ueber die ehernen Wagenbecken der Bronzezeit. Jahrbücher des Vereins für Mecklenburgische Geschichte und Alterthumskunde. 25. Jahrgang (1860) S. 215.

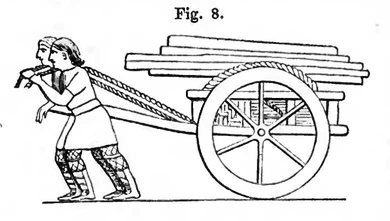
3) Ebendaselbst, S. 228.

aus, welche sich ungefähr in Form dünner Vogelhälse nach oben biegen und so nicht allein einen hübschen Abschluss, sondern auch an jedem Ende zwei bequeme Handhaben bilden, an denen man den Wagen leicht vorwärts und rückwärts ziehen kann.

Von Wagen zum Personen- und Waarentransporte aus jener Zeit[1]) habe ich nur Abbildungen von solchen mit zwei Rädern auftreiben können, und zwar ausschliesslich in dem bereits citirten Werke Layard's über Niniveh (Second Series).

So zeigt Fig. 8 einen von zwei Männern gezogenen zweirädrigen Wagen (Karren), der auf derselben Kupferplatte (Taf. 12) befindlich ist, wo der Transport eines Kolosses (Kouyunjik) auf einem Schlitten in bereits früher beschriebener Weise dargestellt ist. Auf derartigen Karren scheint man die beim gedachten Transporte erforderlichen stärkeren Bohlen nachgefahren zu haben, während die schwächeren oder kürzeren Bohlenstücke (als Schlittenunterlage) von Menschen geschleppt wurden.

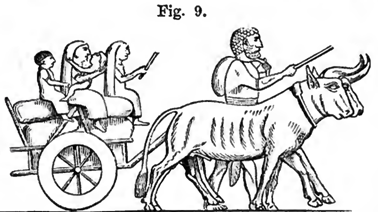
Fig. 8.



Dieser Karren gleicht übrigens ganz gewissen Gattungen der Gegenwart.

Fig. 9 zeigt den von Ochsen gezogenen Wagen eines Gefangenen - Transports (wahrscheinlich Juden) zur Zeit des Königs Sanherib, worüber auch u. A. in der Bibel berichtet wird[2]). Die gefangene Familie scheint ihr ganzes Hab und Gut in dem zweirädigen Karren zusammengepackt zu haben, an welchen ein Ochsenpaar mit Jochgeschirr angespannt ist.

Fig. 9.



1) Dass sich die Israeliten bereits zu Mosis Zeiten auch der Lastwagen bedienten, erhellt aus dem 4. Buch Mosis Cap. 7, Vers 3, wo es heisst: „Und sie brachten ihre Opfer vor den Herrn, sechs bedeckte Wagen“ u. s. w.

2) Jesaias Cap. 36 und 2. Buch der Könige Cap. 18.

Ein paar ähnliche Abbildungen zweirädriger Wagen oder Karren finden sich bei Weiss [1]), woselbst Maulthiere das Gespann bilden und wobei bemerkt wird, dass diese Wagen zwei- oder vierrädrig vorgekommen sind und mit Sitzen versehen mehr oder minder bequem ausgestattet waren.

Von den Wagen der Griechen sind aus der heroischen Zeit meistenstheils nur Abbildungen von Streitwagen (Kriegswagen) vorhanden [2]), die eine merkwürdige Uebereinstimmung mit der bei den ägyptischen Wagen üblichen Bauart nicht verkennen lassen. Diese Streitwagen waren sämmtlich zweirädrig, obwohl sich für andere Zwecke, als Lastfuhrwerk auch vierrädrige Wagen in Anwendung befanden, wie u. A. an einer Stelle der Iliade (Ges. 24, Vers 322—326 Uebersetzung von J. H. Voss, Altona 1793) ganz bestimmt angegeben ist [3]).

Die Bau- und Bespannungsart der griechischen Streitwagen wird mehrfach im Epos (der heroischen Zeit) geschildert und besonders giebt über die kostbar verzierten Wagen der Götter, die zuweilen nicht verschmähten, Zügel und Peitsche zu ergreifen und die Wagen zu lenken, eine Stelle der Iliade Auskunft, wo der Wagen der Here (Juno) beschrieben wird.

Fig. 10.



Wir begleiten diese Verse mit einer der Antike [4]) entnommenen Abbildung (Fig. 10) des Wagens der Here, welche merkwürdig mit der Homer'schen Beschreibung übereinstimmt. Es heisst nämlich im 5. Gesange Vers 720 ff.:

1) Kostümkunde, Abthlg. 1, S. 390.

2) Bei Kurz, „Lebensbilder aus dem classischen Alterthum", finden sich S. 233, Taf. 41, Fig. 3 u. 4 ein paar Abbildungen zweirädriger Familienwagen.

3) Die citirten Verse sind folgende:

Eilend betrat nun der Greis den zierlichen Sessel des Wagens,
Lenkte darauf aus dem Thor und der dumpfumtönenden Halle.
Vor ihm zogen die Mäuler der Last vierrädrigen Wagen,
Von Idäos gelenkt, dem feurigen; aber von hinten
Stampfte der Rosse Gespann, die der Greis antrieb mit der Geissel.

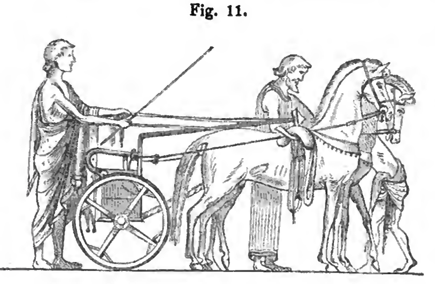
4) Unser Holzschnitt ist nach einer Abbildung im ersten Bande des Ginzrot'schen Werkes, Tafel 34, Fig. 2 gefertigt, von welcher Ginzrot bemerkt

Jene nun eilt' anschirrend die goldgezügelten Rosse,
Here, die heilige Göttin, erzeugt vom gewaltigen Kronos.
Hebe fügt' um den Wagen alsbald die geründeten Räder,
Eherne mit acht Speichen, umher an die eiserne Achse.
Gold ist ihnen der Kranz, unalterndes; aber umher sind
Eherne Schienen gelegt [1]), anpassende, Wunder dem Anblick.
Silbern glänzen die Naben in schön umlaufender Ründung.
Dann in goldenen Riemen und silbernen schwebt der Sessel
Ausgespannt, und umringt mit zween umlaufenden Rändern.
Vornhin streckt aus Silber die Deichsel sich; aber am Ende
Band sie das goldene Joch, das prangende; dem sie die Seile,
Schön und golden, umschlang. In das Joch nun fügete Here
Ihr schnellfüssig Gespann, und brannte nach Streit und Getümmel.

In der historischen Zeit Griechenlands erscheinen die Kriegswagen nur vereinzelt, da das vorherrschend felsige Terrain von Hellas den Gebrauch von Wagen minder vortheilhaft machte, als dies im Homerischen (kleinasiatischen) Griechenthum der Fall war. Man benutzte daher die Wagen vorzugsweise zu festlichen Spielen, Wettkämpfen und Wettläufen.

Ein sehr schönes Muster von Wagen letzterer Gattung zeigt Fig. 11, die dem vierten Theile des Gerhard'schen oben citirten Vasenwerkes (S. 16, Tafel 249) entlehnt ist [2]). Die Figur stellt zugleich die Anschirrung der Pferde an den Wagen (διφρος, diphros genannt) dar, den ein vor demselben stehender junger

Fig. 11.



dass er dieselbe einer Urne entlehnte, die man in der Nähe von Neapel gefunden haben will. Man sehe deshalb auch das eben citirte Werk S. 424 ff.

1) Hiernach kannten die Griechen bereits den Radreif, als zusammenhängende metallene Umgürtung des Rades, an Stelle der vielen Nägel, deren Köpfe so nahe an einander standen, dass ein förmlicher Ringbeschlag gebildet wurde, namentlich wenn diese Nägel zusammengerostet waren. (Man sehe hierzu Fig. 6).

2) Nach Gerhard a. a. O. (S. 18) befindet sich die Zeichnung auf einer aus Lucian Bonaparte's Sammlung herstammenden Hydria im königl. Museum zu Berlin.

Mann besteigen zu wollen scheint, der in der Rechten einen Stecken, mit beiden Händen aber die Zügel hält [1]).

Die Anschirrung wird durch den nach üblicher Sitte in langes Gewand gekleideten bärtigen Wagenlenker verrichtet, dem überdies vorn bei den Pferden ein vorgebückter, mit umgeknüpftem Gewand umschürzter Knabe zu Hülfe kommt.

Was sodann den Bau des Wagens anlangt, so ist zu bemerken, dass dessen hohes Gestell oberwärts in einen Nagel eingreift, welcher die vom Boden des Wagenkastens her aufwärts gerichtete Deichsel mit dem Joche verbindet [2]).

Das Riemenzeug der Pferde vereinigt sich theils vom Geländer des Wagenkastens aus vermittelst eines Ringes in langen Riemen unter dem Kammdeckel (Joch), um den bemerkten Nagel herum mit dem Gebiss der Pferde, theils von der Hand des Wagenlenkers aus demselben Verbindungsnagel zulaufend [3]).

Eine fernere Besonderheit bietet der gedachte Kammdeckel [4])

---

1) Den dargestellten Figuren sind die drei Namen: Simon, Eythos und Sikon beigeschrieben, welche wahrscheinlich den beistehenden Personen gelten.

2) Damit die Pferde das Joch nicht abschütteln oder in eine unrichtige Lage bringen konnten, waren an den Jochbogen Ringe befestigt, von welchen Riemen nach den Bauch- und Halsgurten liefen.

3) Ein in alter und neuer Hippologie erfahrener Kenner (der verstorbene Geheimrath Beuth in Berlin) äusserte sich gegen Gerhard über jene Zügelung wie folgt: „Die Lenkzügel gehen nicht in die Hände des Fuhrmanns, sondern sind durch einen Ring am Wagengestell gezogen und deren Ende liegt auf dem Boden des Wagens. Es ist interessant, schon unsere heutige europäische Zügelführung verschieden von der asiatischen zu finden, wie man sie in den Monumenten von Niniveh, dem grossen Mosaik von Pompeji und bei den Russen noch heute sieht. Während hier jeder einzelne äussere und innere Zügel der Pferde rechts der Deichsel in die rechte, links derselben aber in die linke Hand genommen wird, sind auf dem Bilde die beiden Zügel eines jeden Pferdes durch Auge und Kloben mit dem Zügel des Führers in eins verbunden, so dass er wie bei uns zwei Zügel ohne Ende in der Hand hat und mit einer oder mit beiden Händen fahren kann. Verschieden von jenen Lenkzügeln ist, was Simon in den Händen hat, nämlich die Enden eines langen Riemens, dessen Mitte kreuzweis um den Stift geht, der das Joch mit der Deichsel verbindet. Dieser Riemen war von rohem Leder und wurde von seiner Mitte aus um Stift, Joch und Deichsel gewickelt."

4) Obige Voraussetzung, als sei jenes dem Widerrist nahe anliegende kleine Polster, welches in ähnlichen Darstellungen nicht selten bemerkt wird, ein sogenannter Kammdeckel, bestimmt, die Köpfe der Pferde auch unabhängig von den Zügeln zu lenken und überdies auch die Verletzung des Rückgrats durch das Joch zu verhindern, wird allerdings durch den Umstand zweifelhaft, dass eben jenes Polster bei Wagenpferden vollen Laufes auch oberhalb des Joches sich (an anderen Vasenbildern), findet.

dar, welcher, den Rücken der Pferde zu schonen, zugleich mit lang herabhängendem Riemenzeuge [1]) aufliegt, woneben ein Brustgurt beider Pferde, aber kein Bauchgurt derselben bemerkt wird.

Das Fahren zu Wagen im gewöhnlichen Leben war im alten Griechenland eine Ausnahme von der Regel, welche Tadel nach sich zog; es galt gewöhnlich als Zeichen von Ueppigkeit und Hochmuth und wurde selbst den Frauen nicht gern gestattet [2]). Die einzigen vertrauenswerthen Abbildungen, welche der Verfasser von solchen Wagen erlangen konnte, fand er bei Guhl und Koner [3]) und bei Gerhardt [4]), an beiden Orten von der Form sogenannter Cabriolets oder Gigs (zweirädrige, nach vorn offene Personenwagen) [5]). Hierbei ruhte direct auf der Achse entweder ein mit drei niedrigen Lehnen umgebener Sitz, auf welchem der Wagenlenker und die denselben begleitende Person ihren Platz einnahm [6]), oder es war der Wagensitz vollkommen kastenartig gebaut, auf welchem der Fahrgast Platz nahm, während zu dessen Füssen, hart an der Deichsel, der Wagenführer sass und zwar mit herunterhängenden Beinen, ähnlich wie noch heute die neapolitanischen Kutscher auf ihren leichten Cabriolets [7]). Die verhältnissmässig hohen (hölzernen) Räder besassen keine radialen Speichen, sondern bildeten entweder volle Scheiben oder waren mit sogenannten Durchsteck- oder Aufsteckarmen versehen, so

---

1) Ueber Nagel und Joch ist senkrecht herunterhängendes Pferdegeschirr sichtbar, nämlich ein Kopfgestell mit einem Gebiss wie das der angespannten Pferde und ein unseren Kammdeckeln ähnliches Kissen.

2) Pauly's Encyklopädie, Art. „Vehicula", und Weiss S. 908. Auf Reisen zog man vor zu wandern oder zu reiten. Selbst öffentliche Gesandtschaften reisten nicht anders. Wer bemittelt war, liess sich das Gepäck von Sclaven tragen etc.

3) Das Leben der Griechen und Römer, S. 291.

4) Auserlesene Vasenbilder. Dritter Theil (Berlin 1847), S. 131, Taf. 217 (untere Hälfte).

5) Auch bei Weisser-Kurz findet sich Taf. 41, Fig. 4 ein solcher zweirädriger Personenwagen (Cabriolet), der einer Brautfahrt angehören soll.

6) Man sehe weiter unten S. 30 die Abbildung Fig. 21 des ähnlichen Personenfuhrwerks der Römer, Cisium genannt.

7) Gerhardt bemerkt zu seiner Abbildung Folgendes: Eine verschleierte Frau sitzt auf einem maulthierbespannten Fuhrwerke, welches ein vor ihr sitzender Jüngling lenkt. Gerhardt meint, die weibliche Person möge Nausikaa sein, von deren Wagen Homer in der Odyssee VI, 69 (Voss' Uebersetzung) singt:

„Geh', es sollen die Knecht' ein Festgeschirr dir bespannen
Hochgebaut, starkrädrig, mit räumigem Korbe gerüstet."

wie noch heute solche an den hölzernen Wasserrädern (Bd. 1, S. 333 und 345) vorkommen.

Dass die Griechen auch vierrädrige Wagen kannten und benutzten, erhellt ganz zweifellos aus der oben S. 19 Anmerk. 3 citirten Stelle des 24. Gesanges der Iliade.

Ausführlich über verschiedene vierrädrige Fuhrwerke der Griechen handelt, mit sehr sorgfältiger Quellenangabe, der Art. „Vehicula" in Pauly's Real-Encyklopädie.

Die Räderfuhrwerke der Meder und Perser (S. 16, Fig. 6) waren denen der Assyrer und Griechen mehr oder weniger gleich, scheinen sich aber durch festeren Bau, jedoch auch durch ausartenden Luxus charakterisirt zu haben[1]. So war z. B. der Streitwagen, von dem herab Darius III. in der Schlacht bei Issus (die sogenannte Alexanderschlacht 333 vor Christo) kämpfte, reich mit silbernen und goldenen, erhaben gearbeiteten Zierrathen bedeckt, vortrefflich bunt bemalt und dem entsprechend das Riemenzeug der Pferde auf das Kostbarste geschmückt, wie dies an dem berühmtesten Mosaikfussboden Pompeji's (die Alexanderschlacht darstellend) zu erkennen ist[2].

Als eine Erfindung der Perser werden die sogenannten Sichel- oder Sensenwagen (S. 25, Fig. 12) betrachtet, nämlich Kriegswagen, die durch eine gewisse Zahl scharfer, sensen- oder sichelförmig gestalteter Eisen, hauptsächlich an den Rädern, sodann aber auch an dem Wagenkasten und durch Spiesse an der Deichselspitze alles Lebende, was sich ihnen bei der Fahrt in den Weg stellte, tödtlich verwundeten oder zerfleischten.

Ginzrot widmet diesen Sichel- oder Sensenwagen ein ganzes Capitel[3], beschreibt ausführlich die Sensenwagen des Cyrus, Darius u. A. und versucht sogar (nach den Angaben Xenophon's) einen solchen Wagen in Zeichnung darzustellen[4].

---

1) Weiss, „Kostümkunde", S. 313, woselbst sich auch die Abbildung eines Streitwagens findet, der u. A. metallene (gegossene) Räder mit 11 schön geformten Speichen erkennen lässt.

2) Von diesem herrlichen Pompejanischen Mosaikfussboden findet sich eine vortreffliche Abbildung in bunten Farben in dem Werke des Professors Overbeck: „Pompeji in seinen Gebäuden, Alterthümern und Kunstwerken." Leipzig 1856, S. 425. An dem Wagen des Darius bemerkt man hier auch den bereits oben S. 16 erwähnten Ringbeschlag aus Nägeln, statt des continuirlichen aus Bandeisen gebogenen Radreifens, altpersischer Wagen (Fig. 6).

3) A. a. O. Cap. 39, Bd. 1.

4) A. a. O. S. 360, Taf. 25, Fig. 2.

Dass die Bequemlichkeit der Grossen und ihrer Frauen so wie die ungeheure Grösse der persischen Heere auch vierrädrige Transportwagen nothwendig machen musste, versteht sich fast von selbst und erhellt thatsächlich aus Angaben verschiedener Geschichtsschreiber [1]).

Vielleicht der berühmteste vierrädrige Wagen seiner Zeit war der Wagen (Harmamaxa), in welchem man den Leichnam Alexander's des Grossen (323 v. Chr. gestorben) von Babylon nach Aegypten (Alexandria) schaffte, den Diodor von Sicilien ausführlich beschrieben und Ginzrot (Bd. 2, Taf. 53 A) hiernach abzubilden sich bemüht hat. Auf der Plattform des länglich viereckigen verzierten Wagenkastens standen 16 prächtige jonische Säulen, deren Capitäle ein gewölbtes Dach trugen. Der Wagen hatte vier Deichseln, mit je vier Jochen, eines vor dem anderen. An jedes Joch waren vier Maulthiere gespannt, so dass sich überhaupt vierundsechszig Maulthiere von auserlesener Grösse und Stärke daran befanden.

§. 3.

Ziemlich vollständige Ergänzungen aller unzureichenden Nachrichten über Räderfuhrwerke anderer Völker als der Aegypter und Assyrier zeigen Gemälde, Mosaiken, Skulpturen, Münzen u. s. w., welche uns aus den Zeiten der Römer überliefert wurden. Seit letztere die Herrscher der damals civilisirten Erde während Jahrhunderten, vereinigt mit den verschiedenartigsten Nationalitäten, waren, mussten Abbildungen ihrer Bauwerke, Geräthschaften und Trachten offenbar die naturgemässen Quellen aller Dinge sein, welche sich auf Cultus, Kunst, Luxus, Sitten und Gebräuche auch aller mit den Römern in Verbindung gestandenen Völker beziehen.

---

1) So berichtet Herodot (I, 188) von Cyrus (560 vor Chr.), dass diesem stets eine Menge vierrädriger Wagen mit Mäulern bespannt folgte. Von Xerxes wird ebendaselbst (VII, 41) bemerkt, dass er seinen (zweirädrigen) Kriegswagen oft mit einem (vierrädrigen) bedeckten Reisewagen vertauschte. Nach Herodot (IX, 39) nahmen die Perser kurz vor der Schlacht bei Plataä (479 v. Chr.) den Griechen 500 Transportwagen ab, welche mit Lebensmitteln beladen waren. Plutarch erzählt im Themistokles: „Die Perser umgeben ihre Weiber sorgfältig mit Wachen, damit sie von keinem Bedienten gesehen werden; denn auf Reisen fahren sie in ringsum verschlossenen Harmamaxen.“ Unter einer Harmamaxa (die Apene der Griechen) verstand man aber einen vierrädrigen Wagen, der gewöhnlich von vier Pferden gezogen wurde, oben bedeckt, an den Seiten durch Vorhänge verschlossen war, und den man besonders zum Transporte von Weibern und Kindern brauchte.

Thatsache ist es zunächst, dass von den Römern die Räderfuhrwerke nicht mehr zu Kriegs- (Streit-) Wagen, sondern nur zu Wettrennen, ferner als Triumph-, Personen- und Lastwagen benutzt wurden.

Der Streitwagen bedienten sich damals nur noch uncivilisirte Völker, wie u. A. die Gallier, Belgier und Britten, wobei insbesondere diejenige Gattung eine nicht unwichtige Rolle spielte, die bereits oben S. 23 als „Sensen- oder Sichel-Wagen" besprochen wurde.

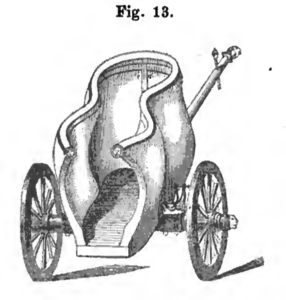
Nachstehende, der Goldsmith'schen (illustrirten) Geschichte von England [1]) entlehnte Fig. 12, einen Kriegs-Sensenwagen der alten Britten darstellend, ist wahrscheinlich der bekannten Beschreibung des Julius Cäsar nachgebildet [2]). Dabei wird in unserer Quelle an die Thatsache erinnert, dass die Britten ihre Pferde im vollen Rennen aufhalten, ganz kurz umlenken und auf der Deichsel (in unserer Figur eine sogenannte Gabeldeichsel) hin und her laufen konnten.

Fig. 12.



Fig. 13 und 14 sind getreue Abbildungen eines römischen Rennwagens, wovon sich das Original im Museum des Vaticans zu Rom befindet. Sein aus Holz bestehender Körper ist mit bron-

Fig. 13.



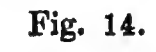
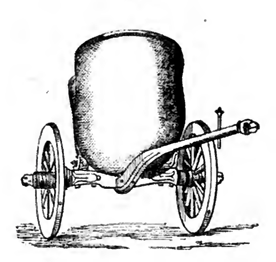


Fig. 14.



1) Goldsmith: „An abridged History of England".

2) Commentarien IV, 33.

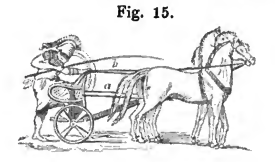
zenen Platten bekleidet, er wurde in Stücke zerbrochen gefunden, die man wieder sorgfältig zusammenfügte [1]).

Dass auch hier die Deichsel mit der Achse fest verbunden war, erhellt ohne Weiteres aus den Abbildungen. Nahe dem Deichselende bemerkt man den Vorsteckbolzen, womit das Joch oder das Jochband befestigt wurde; ganz am Ende ist endlich der metallene Deichselknopf sichtbar, welcher hier einen Habichtskopf darstellen soll.

Wurde ein solcher Wagen mit zwei Pferden bespannt (wie z. B. Fig. 11), so erhielt er den Namen Biga [2]). Ein Dreigespann nannte man Triga, ein Viergespann Quadriga etc.

Eine Triga (als Rennwagen) zeigt Fig. 15 von einem etruskischen Gefässe entlehnt (nach Ginzrot) [3]), wobei man bemerken wird, dass sie fast ganz mit Fig. 11 übereinstimmt. Zwei der Pferde waren an die Deichsel gespannt, während das dritte (Beipferd) an Strängen zog, die man um das Ende der Achsspindel zu schlingen pflegte (in unserer Figur nicht angegeben). Wahrscheinlich sind *a* die zurückgespannten Zügel der Jochpferde, dagegen *b* die Zügel des Leitpferdes. Die Pferde stehen noch still, während der Führer (Lenker) im Aufsteigen begriffen ist.

Fig. 15.



Eine sehr hübsche Quadriga, nach einem Basrelief aus Terracotta zeigt Fig. 16. Derartige Wagen hatten in frühester Zeit zwei Deichseln und einen langen Querbaum (oder ein Joch), der sich über den Rücken der vier Thiere erstreckte; später verliess

---

1) Ganz specielle Beschreibung dieses Wagens (mit Angabe aller Maassverhältnisse) giebt Ginzrot Bd. 2, S. 213 etc. Ferner wird derselbe u. A. bei Rich in den Artikeln „Axis“, „Cursus“ und „Temo“ besprochen. Beiläufig erwähnt, enthält der Wagenkasten nur Raum für zwei stehende Personen.

2) Zahlreiche Abbildungen bei Rich (Artikel Biga) und Ginzrot (Bd. 1, S. 405). Letzterer giebt Bd. 1, Taf. 5 sehr genau die specielle Construction römischer Wagen an, wobei jedoch auch die am hinteren Ende gegabelte Deichsel beschrieben und abgebildet wird. Im Artikel „Vehicula“ der Pauly-schen Realencyklopädie wird hierzu ganz richtig bemerkt, dass solches ganz falsch sei, indem sich bei den Römern hiervon weder Nachrichten noch Abbildungen finden. Diese Art der Deichselverbindung gehört unstreitig einer späteren Zeit an.

1) Bd. 1, S. 341, Taf. 23.

man diese Sitte und schirrte nur die beiden Mittelpferde mittelst eines Joches an die Deichsel, während man die beiden Seitenpferde nur mit Zugsträngen anspannte. Unsere Abbildung soll übrigens Paris darstellen, wie er Helena entführt [1]).

Fig. 17 zeigt eine Quadriga mit einem Wagenlenker (Auriga) im Circus, welcher sich in den circensischen Spielen um den Preis

Fig. 16.

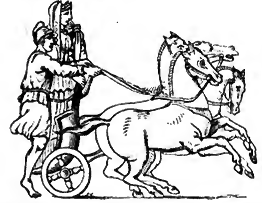


Fig. 17.



bewirbt. Diese Figur ist einem sogenannten Consular-Diptychus (in Elfenbein ausgeführt) nachgebildet [2]).

In beiden Händen hält der Wagenlenker die doppelten Zügel des Viergespanns, deren Enden noch zur Vorsorge um den Rücken geschlungen sind.

Vermöge letzterer Anordnung hatte er mehr Herrschaft über die Pferde, indem er sich zurückbog und zum Anziehen der Zügel sein Körpergewicht nutzbar machen konnte. Damit er bei einem möglichen Umwerfen die Zügel abzuschneiden vermochte, trug er stets ein krummes Messer (an einem Riemen um den Leib gebunden) bei sich. Zum Schutze der Beine wickelte er sich vom Knie bis zum Knöchel geeignete Binden um dieselben. Ein Gleiches geschah mit den Rückseiten der Hände. Ebenso umwickelte man die Beine der Pferde, band ihre Schweife in die Höhe und versah ihre Stirn mit einer Maske [3]).

Eine Quadriga aus der Gattung Currus triumphalis (Triumphwagen), bestimmt, einen einziehenden römischen Feldherrn aufzunehmen, wenn er als Sieger in die Hauptstadt zurückkehrte, stellt

1) Rich a. a. O., die Artikel „Agitator", „Auriga" und besonders „Quadriga".

2) Ginzrot Bd. 2, S. 146, Taf. 55. Dergleichen Diptychen dienten meistens als Deckel über heilige oder besonders wichtige Schriften. Die römischen Grossbeamten (Consuln, Quästoren etc.) verschenkten solche Diptychen bei öffentlichen Amtsantritts-Festen, zum Andenken, an Freunde und Verwandte.

3) Eine grosse Anzahl Abbildungen von römischen Renn- und Circus-Wagen findet sich in dem mehrfach citirten Weisser'schen Werke, Taf. 20 und 21.

Fig. 18 dar [1]). Ein solcher Wagen war rund und in der Regel ringsum geschlossen, wie unsere Abbildung zeigt, die nach einer Medaille des Vespasian gemacht ist.

Fig. 18.

Wenn der Triumphwagen die Gestalt der gewöhnlichen Quadrigen hatte, so versah man dessen Kasten gewöhnlich mit einem Thürchen zum Einsteigen und Verschliessen.

Die Wände des Wagens unserer Abbildung waren mit Elfenbeinschnitzereien geziert, während andere mit Gold, Silber und Edelsteinen etc. geschmückt wurden, so dass die Dichter diese Wagen gewöhnlich die „goldenen" oder die „juwelirten" nannten.

Obgleich man den Boden des Wagenkastens stark gepolstert hatte, so waren dessenungeachtet die beim Fahren unvermeidlichen Stösse zuweilen fast unerträglich, weil der Triumphirende gerade über der Radachse stand und während der ganzen Fahrzeit sich nicht niedersetzen durfte.

Die Durchmesser der Räder dieser Quadrigen waren gewöhnlich 4 Fuss, stets grösser als die der Quadrigen des Circus, deren Durchmesser meist nur 24 bis 30 Zoll betrugen.

Der Triumphator lenkte die Pferde (meistens von weisser Farbe) niemals selbst, zuweilen nur zum Scheine; in der Regel wurden sie von Bürgern an Handzügeln geführt.

Der Triumphwagen des Kaisers Gordianus, nach seinem Siege über die Perser, wurde von vier Elephanten gezogen [2]). Eben so der des Antonius Pius, wovon sich eine schöne Abbildung bei Weisser Taf. 27, Fig. 10 vorfindet [3]).

Kein römischer Triumphwagen wurde übrigens mit mehr als vier Pferden bespannt, sowie überhaupt allein Nero eine Ausnahme gemacht zu haben scheint, mit einer grösseren Zahl als vier Pferden neben einander wirklich zu fahren. Als Nero nach Olympia kam, versuchte er (im Stadion) mit einem Zehngespann (Decemjugus) in der Front vor dem Rennwagen zu fahren [4]). So-

---

1) Rich, Artikel „Currus". Eine getreue Beschreibung des berühmten Triumphzuges Cäsar's findet man bei Ginzrot Bd. 2, S. 65 ff.

2) Rich giebt im Artikel „Tensa" die Abbildung eines solchen von vier Elephanten gezogenen Wagens, nach einer Münze des Nerva.

3) Bei Ginzrot Bd. 2, Taf. 43, S. 49 findet man getreue Abbildungen der Triumphwagen des Titus, M. Aurel, Trajan, Constantin u. m. A.

4) Rich giebt im Artikel „Decemjugus" eine Abbildung des Nero'schen

wohl das Sechsgespann des Lucius Sept. Severus als das Zehngespann des Kaisers Trajan gehören beziehungsweise zu Ehrenpforten oder zu Triumphbögen.

Im Allgemeinen war, abgesehen von Reisezwecken und Waarentransporten, der Gebrauch von Wagen bei den Römern ein beschränkter. Innerhalb der Hauptstadt, wahrscheinlich auch in den Municipien und Colonien, war die Verwendung von Personen- und Luxuswagen eigentlich nur den Vestalinnen, Triumphatoren, hohen Beamten und den bei Festen fungirenden Priestern erlaubt; selbst der Transport von Lasten und Lebensmitteln auf Wagen war im Stadtgebiete innerhalb der zehn Tagesstunden von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang verboten, und machten zur Kaiserzeit nur diejenigen Wagen hiervon eine Ausnahme, welche zur Fortschaffung für die zu grossen Bauten bestimmten Lasten erforderlich waren [1]).

Eins der verbreitetsten zweirädrigen Fuhrwerke, das sogenannte Carpentum (die Apene der Griechen), zeigt Fig. 19, welche einem etruskischen Gemälde nachgebildet ist [2]).

Fig. 19.



Dasselbe war ein mit gewölbter Bedeckung (Plan, Baldachin) versehener Prachtwagen, welcher zwei bis drei Personen fasste, vorzüglich das Luxusfuhrwerk der römischen Damen bildete und gewöhnlich von Maulthieren gezogen wurde. Unsere Abbildung zeigt speciell ein Hochzeits-Carpentum, worin das Brautpaar neben einander sitzt.

Fig. 20.



Fig. 20 lässt ein Carpentum funebre erkennen, auf welchem der Aschenkrug oder die Statue der Vornehmen beim Leichenzuge gefahren wurde. Diese Abbildung ist einer Medaille entnommen, welche man zum Andenken einer römischen Kaiserin prägte [3]).

Das unbedeckte oder mit einem blossen

Rennwagens, welche von einer Münze dieses Kaisers entlehnt ist. Mittheilungen hierüber macht auch Ginzrot Bd. 1, S. 73.

1) Guhl und Koner, Das Leben der Griechen und Römer S. 630, sowie in Weiss' „Kostümkunde“ S. 1326.

2) Rich, Art. „Carpentum“, Weisser-Kurz Taf. 4, Fig. 8, S. 252.

3) Rich a. a. O. und Weisser-Kurz Taf. 4, Fig. 9.

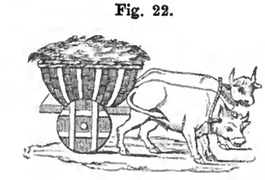
Schirmdache (Himmel) versehene, an den Seiten offene Carpentum hatte den besonderen Namen Pilentum. Die hiervon existirenden Abbildungen sind etwas zweifelhafter Natur, weshalb wir uns auf die unten notirten Quellenangaben beschränken [1]).

Fig. 21.



Eine fernere Gattung zweirädriger Fuhrwerke ist das Cisium, Fig. 21, oder das Cabriolet der Römer, von leichtem Bau, offen und von der gewöhnlichen Biga besonders dadurch verschieden, dass der Kasten hinten geschlossen war, vorn aufgestiegen wurde und dass es in der Regel nur zwei Personen fasste. Jedes Pferd ging an einer besonderen Deichsel, jedoch spannte man auch zuweilen noch Strangpferde an. Dies Fuhrwerk diente namentlich zum Schnellreisen, weshalb es auch von den Courieren, Briefboten etc. benutzt wurde.

Fig. 22.



Das bereits oben (S. 13) erwähnte Plaustrum, von den Römern besonders zu Feldarbeiten und zum Transporte schwerer Lasten angewandte Fuhrwerk, lässt Fig. 22 erkennen [2]).

In unserem speciellen Falle besteht der Hauptkörper des Wagengestelles aus einer starken Holzplatte, auf welche man einen geflochtenen Korb gesetzt hatte, der insbesondere zur Aufnahme von Mist etc. diente [3]).

1) Ginzrot a. a. O. Bd. 1, S. 459; Rich, Art. „Pilentum".

2) Rich giebt a. a. O. unter „Plaustrum" eine zweite Abbildung (nach einem römischen Basrelief), woran man die bereits oben (S. 13) erwähnte Anordnung erkennen soll, dass die beiden Scheibenräder mit der Achse (wie dies fast bei allen heutigen Eisenbahnfuhrwerken der Fall ist) fest verbunden waren. Da jedoch diese Verbindungsweise aus der von Rich aufgenommenen Figur nicht recht erkennbar ist, so wurde letztere hier weggelassen. — Einen kleinen, zweirädrigen Lastwagen, dessen Kasten oder Verschlag (wie in der Regel beim Plaustrum) nicht abgenommen werden konnte, sondern unmittelbar auf der Achse befestigt war, nannten die Römer „Carrus (Karren)". Man bediente sich dessen in den helvetischen und gallischen Kriegen als Munitions- und Gepäckwagen. Der Name ist keltischen Ursprunges. An der Trajanssäule sind derartige Fuhrwerke dargestellt, ganz besonders aber am Bogen des Septimius Severus, wovon sich bei Weisser-Kurz schöne Abbildungen auf Taf. 27, Fig. 4 vorfinden.

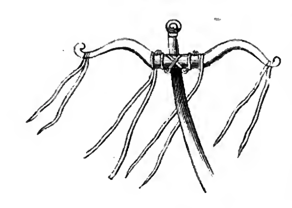
3) Ausführlich Ginzrot Bd. 1, S. 171, Taf. 7, Fig. 1.

Eine andere Specialität dieses Bauernfuhrwerks ist ein von zusammengedrehten Stricken gebildetes Joch, welches man um die Nacken in geeigneter Weise geschlungen hatte.

In anderen Fällen bediente man sich eines Joches von der Anordnung Fig. 23, welches mittelst Riemen am Ende der Deichsel festgebunden wurde [1]). Die beiden Bogen passten begreiflicherweise um den Hals der Thiere, welche dasselbe trugen [2]).

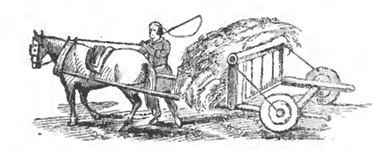
Einen Bauernkarren der alten Britten, wie er sich bis heute in der englischen Grafschaft Wales erhalten hat, zeigt endlich noch Fig. 24, die wir dem bereits oben citirten Buche von Philps [3]) entlehnten. Bemerkenswerth ist hierbei die einfache Herstellung des Wagengestelles und der betreffenden Gabeldeichsel, sowie der Scheibenräder, wozu man ursprünglich wahrscheinlich ein rundes Baumstück verwandt haben wird.

Fig. 23.



Von vierrädrigen Fuhrwerken der Römer nahm die erste Stelle die sogenannte gallische Rheda (Fig. 25) ein, welche vorzugsweise als Gesellschafts- und Reisewagen, wohl auch als Fracht- und Heerwagen benutzt wurde, Raum für Personen und Gepäck hatte und auch mit einer Decke versehen werden konnte.

Fig. 24.



Von der (offenen) Rheda unserer Abbildung soll sich das Originalbild auf einer der Säulen des Theodosius in Constantinopel befinden [4]). Der Wagenkasten ist reich verziert und hat in der Mitte einen tiefen Einschnitt,

1) Die Jochriemen waren zuweilen sehr künstlich umwunden und verknüpft. So erzählt man von dem künstlichen Jochknoten des Gordius, dass ihn Niemand aufzulösen vermochte, bis Alexander der Grosse endlich nach vergeblichen Mühen die Trennung mittelst seines Schwertes verrichtete.

2) Ueber noch andere Joche sehe man den Art. „Jugum“ in Rich und vorzüglich Ginzrot, Bd. 1, Taf. 3 B. und 4 A.

3) The Progress of Carriages, p. 161.

4) Ginzrot, Bd. 1, Taf. 20.

um bequem einsteigen zu können. Die offene wie bedeckte Rheda diente bei den Römern auch als Miethwagen für den Personentransport (Rheda meritoria), doch wurden hierzu auch Cisia (Fig. 21) benutzt, sowie noch andere Wagengattungen, weshalb auch der Name Vehicula meritoria (Miethfuhrwerke) schon damals allgemein gebräuchlich war.

Fig. 25.



Der Rheda ähnlich, nur kleiner (in der Regel für zwei Personen), vor Allem aber kostbarer und mehr für den Luxus der Grossen bestimmt, war die Carruca, Fig. 26. (Der Name dieses Wagens lebt wahrscheinlich in unserem heutigen „Carosse" fort.) Dies zur Kaiserzeit in Rom eingeführte Fuhrwerk war gewöhnlich mit Skulpturen in Bronze und Elfenbein geschmückt und später mit getriebenen Arbeiten in Gold und Silber verziert. Unsere Abbildung [1]) stammt aus der Notitia Imperii in der k. k. Bibliothek zu Wien [2]).

Von Nero wird erzählt, dass er auf Reisen niemals weniger als 1000 solcher Carruken mit sich führte, deren Maulthiere mit Silber beschlagen waren.

Einen der ältesten bedeckten und auch ringsum (mit Brettern?)

Fig. 26.

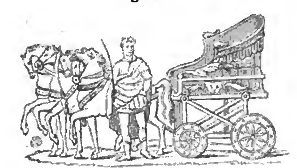


Fig. 27.



verschlossenen, vierrädrigen römischen Wagen, die Arcĕra, lässt Fig. 27 erkennen. Derartiger Wagen bedienten sich namentlich schwächliche und kranke Personen. Der Unterwagen lässt auf

1) Weisser-Kurz, Erläuterungen, S. 253, Taf. 4, Fig. 34; Ginzrot Bd. 1, S. 636, Taf. 36, Fig. 2.

2) Bei Weisser-Kurz findet man auf Taf. 27, Fig. 3 den Triumphzug Konstantins (vom Konstantinsbogen) dargestellt, wobei der vierrädige Triumphwagen fast ganz obiger Abbildung Fig. 26 gleicht.

eine Art Langbaumconstruction schliessen, so wie er im Innern mit Stoffen ausgeschlagen und gepolstert gewesen sein soll. Unsere Abbildung ist von Ginzrot (a. a. O. Bd. 1, S. 279) einem römischen Grabsteine entnommen, der seiner Zeit unweit Rastatt ziemlich gut erhalten aufgefunden wurde. Es wird diese Abbildung als das einzige bekannte Modell seiner Art betrachtet.

Fig. 28 zeigt einen Korbwagen der Römer, der vor ihnen bei den Galliern und Belgiern im Gebrauche war und dort Benna[1]) genannt wurde. Er diente im Frieden als Personen- und Güterwagen, im Kriege zum Transporte von Waffen und Gepäck. In der Regel erhielt der Korb Raum für drei Doppelsitze hinter einander oder insgesammt für sechs Personen. Nach Rich ist vorstehende Abbildung der Säule des Marc Aurel entnommen. Thatsache scheint es übrigens zu sein, dass derartige Korbwagen auch

Fig. 28.

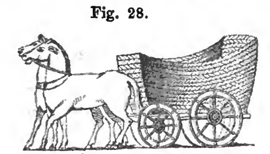


Fig. 29.



bereits bei den Spartanern und Lacedämoniern im Gebrauche waren und insbesondere bei feierlichen Gelegenheiten (Hochzeiten, Opferfesten etc.) von den Frauen benutzt wurden.

Fig. 29 ist die Abbildung eines römischen vierrädrigen Lastwagens, grosses Plaustrum (Plaustrum majus) genannt, welcher von einem Grabmal-Basrelief abgezeichnet wurde[2]). Die Bauart dieses Wagens gleicht ganz den noch gegenwärtig in manchen Theilen Italiens gebräuchlichen vierrädrigen Bauerwagen. Von den drei Pferden sind zwei (die Deichselpferde) ins Joch gespannt, während das dritte wiederum ein sogenanntes Strangpferd ist.

Im Originale unterscheidet man deutlich zwei Ketten, welche nahe den Hinterrädern herabhängen, wovon die eine am freien Ende mit einem Ringe, die andere mit einem Haken versehen ist. Mittelst dieser beiden Ketten verhinderte der Fuhrmann zeitweise

---

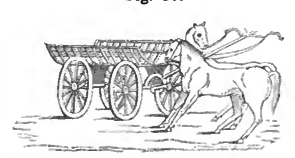
1) Ginzrot Bd. 1, S. 374, und Rich im Art „Benna."

2) Ginzrot, Bd. 1, S. 228, Taf. 26 und Rich (a. a. O.) Art. „Plaustrum majus."

die Umdrehung eines Hinterrades, indem er die beiden Kettenenden zwischen zwei Radspeichen hindurch um eine Felge legte, das Rad fesselte und dadurch dasjenige Mittel ersetzte, was man heutzutage Hemmschuh oder Bremse zu nennen pflegt[1]).

Schliesslich werde noch auf einen römischen Leiterwagen[2]) (Kibika, mit geflochtenem Troge), Fig. 30, aufmerksam gemacht, den man Clabulare nannte und der sowohl zum Fahren geeigneter Producte (Waaren) diente, als auch zum Reisen, zum Transporte von Soldaten etc. benutzt wurde.

Fig. 30.



Unsere Abbildung hat ein Pompejanisches Wandgemälde zum Originale[3]), welches einen sogenannten Weinwagen darstellt, der soeben vor einer Weinschenke still hält, abgespannt hat und seines Inhalts theilweise oder ganz entleert wird. Der römische wie griechische Landmann pflegte nämlich seine billigen Weine in aus Fellen zusammengenähten, bequem auf dem Rücken zu tragenden Schläuchen zu Markte zu bringen, oder bei bedeutenderen Quantitäten einen grösseren derartigen Schlauch zu Wagen den Stadtconsumenten zuzuführen. In dem Originale unserer Fig. 30 ruht ein solcher gewaltiger Weinschlauch auf dem Leiterwagen, während zwei junge Leute am hinteren Ende des Wagens beschäftigt sind, vermittelst einer aus dem Beine eines Felles gebildeten Röhre den Wein in lange irdene Henkelkrüge (Amphoren) abzuzapfen.

Anmerkung. Im Oriente, ausserhalb des Bereiches der Römerherrschaft, blieben alle Fuhrwerke auf der niedrigsten Stufe der Ausbildung stehen, da es dort zu keiner Zeit gebräuch-

---

1) Von den Blockwagen (Chamulchus) der Römer, kräftigen Lastwagen mit niedrigen Rädern, deren sie sich zum Transporte sehr schwerer Körper, wie grosser Marmorblöcke, Obelisken, Säulen etc. bedienten, habe ich zuverlässige Abbildungen nicht finden können.

2) Bekanntlich versteht man unter einem Leiterwagen einen vorzugsweise zu landwirthschaftlichen Zwecken dienenden Wagen, wobei aus zwei Liegbalken (Leiterbäumen) und durch eine hinlängliche Anzahl Sparren (Spangen) ein derartiges Gitterwerk gebildet ist, dass ein seitliches Durchfallen der Ladung nicht eintreten kann.

3) Overbeck, Pompeji S. 403, sowie Guhl und Koner, Das Leben der Griechen und Römer, S. 546. Ferner auch bei Rich im Artikel Clabulare oder Clavulare.

lich war, Vergnügungsreisen zu machen, für den Handel und sonstigen Verkehr aber als Transportmittel vorzugsweise (oder ausschliesslich) Elephanten [1]), Pferde, Kameele, Maulthiere etc. benutzt wurden. In Arabien, Indien, China etc. gehörte damals (wie noch jetzt) der Gebrauch der Räderfuhrwerke immer nur zu den Ausnahmen [2]), man beschränkte sich auf karrenartige Wagen der rohesten Construction und brauchte zum Personentransport Tragsänften (Palankine) [3]).

§. 4.

Nach dem Verfalle Roms (410 n. Chr.) [4]) und als längst der Barbar im einsamen Circus sein Ross tummelte, wo dereinst die glänzenden Rennwagen rollten, war das oströmische Reich und insbesondere Byzanz der Träger und Repräsentant der Cultur auch im Gebiete der Geräthe und demgemäss nicht minder der Transportmittel. Anfänglich wahrscheinlich nur eine Fortsetzung der griechisch-römischen Vorbilder, gestaltete es sich nachher, unter dem Einflusse des Orientes, in asiatisch-römischer Weise und später nach dem Einflusse des Christenthums um, und zwar nach dem Bestreben der ersten Christen, sich so weit als nur möglich frei von heidnischen Ueberlieferungen zu machen.

Schon unter Constantin (306 n. Chr.) hatte man den höchsten Beamten als besondere Auszeichnung den Gebrauch eines eigenen Fuhrwerks (des Carpentum) erlaubt, welches aus einem zweirädrigen Wagen bestand, dessen Kasten ringsum geschlossen, mit einem Verdeck von Teppichen ausgestattet, sonst aber wohl den weströmischen, bereits oben beschriebenen Fuhrwerken gleich war.

Von der Pracht der damaligen kaiserlichen Fuhrwerke giebt u. A. der kostbare Wagen des Kaisers Arcadius (394 n. Chr.) Zeugniss, wovon Chrysostomus Folgendes erzählt [5]):

„Die beiden auserlesenen Maulthiere, welche den Wagen des Kaisers ziehen, sind vollständig weiss und mit Gold überdeckt.

---

1) Abbildungen in Deharme's „Les Merveilles etc.“, p. 56 und 57.

2) Weiss, Kostümkunde (Bd. 3): „Geschichte der Tracht und des Geräthes im Mittelalter.“ Stuttgart 1864, S. 300.

3) Abbildungen bei Deharme (a. a. O. p. 72, 73 etc.) mit den Ueberschriften „Litière à deux porteurs“ und „Litière à quatre porteurs.“

4) Einnahme und Plünderung Roms durch Alarich (Heerkönig der Westgothen).

5) Weiss a. a. O. Bd. 3, S. 87 und 88.

Der aus lauter gediegenem Golde gearbeitete Wagen erregt die Bewunderung aller Zuschauer, welche die purpurfarbenen Vorhänge, den weissen Teppich, die Edelsteine und die goldenen Platten anstaunen, welche durch das Fahren zitternd bewegt einen hellglänzenden Schimmer ausstrahlen."

Zum Reisen scheint man, selbst für weite Entfernungen, nicht ausschliesslich Fuhrwerke, sondern auch Tragsänften (Palankine, Lecticae) benutzt zu haben [1]), wie u. A. die Erzählung von einer reichen griechischen Dame beweist, als deren angenommener Sohn der nachherige Kaiser Basil (867 n. Chr.) bezeichnet wird [2]). Diese Dame soll den etwa 500 Meilen langen Weg von Patras bis Byzanz in einer Sänfte zurückgelegt haben, welche zehn starke Diener trugen, zu deren Ablösung sie nicht weniger als 300 Sclaven mit sich führte.

Wie wenig Werth auf Fuhrwerke und deren Vervollkommnung in anderen europäischen Ländern gelegt wurde, bezeugt u. A. eine Notiz über fürstliche Wagen aus der Zeit merowingischer (fränkischer) Könige (486 bis 752 n. Chr.), indem von diesen Wagen berichtet wird, „dass sie nur aus einfachen Karren und zwar mit Ochsengespann bestanden, welches vollständig nach Bauernart ein Rinderhirt leitete."

Auch von Karl dem Grossen (768—814) wird berichtet [3]), dass er sich eines ähnlichen einfachen Wagens sowohl in der Stadt als auf dem Lande bediente, vor welchen man vier Ochsen gespannt hatte, die von einem nebenhergehenden Treiber geleitet wurden.

Getreue Abbildungen von Wagen aus diesen Zeiten sind selten, und hat der Verfasser nicht mehr auftreiben können, als was sich bei Ginzrot hierüber findet.

Das vierrädrige Fuhrwerk Fig. 31 stellt den Wagen der heiligen Ottilia, nach einem Kupferstiche in Könighoven's Elsasser Chronik dar [4]), worin diese Heilige ihren Vater im Elsass-Hohenburg i. J. 753 besucht haben soll, während das zweirädrige

---

1) Abbildungen u. A. bei Ginzrot Bd. 2, Taf. 65, und hiernach bei Rich p. 346 (Lectica).

2) Weiss a. a. O. Bd. 1, S. 160.

3) Ginzrot Bd. 3, S. 100.

4) Die Echtheit dieser Abbildung ist zweifelhaft; sie dürfte einem weit späteren Jahrhunderte angehören.

Fuhrwerk Fig. 32 (ein Currus, Karren) dem Manuscripte der Heradis entlehnt ist, welches sich auf der königlichen Bibliothek in

Fig. 31.



München befindet und dem die Jahreszahl 1180 beigeschrieben ist.

Fig. 32.



Der Wagen Fig. 31 scheint bereits mit einem beweglichen Vordergestell (mit Lenkscheit) versehen gewesen zu sein. An beiden Fuhrwerken findet sich aber als charakteristische Neuigkeit die Ersetzung des (Nacken-) Joches durch das (Hals-) Kummet und damit auch die Einführung von Zugsträngen für beide Deichselpferde.

Fig. 33.

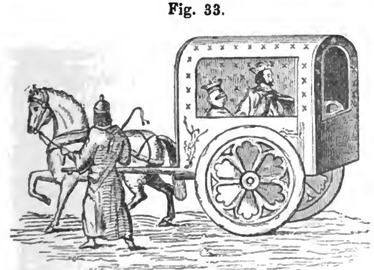


Fig. 33 zeigt den zweirädrigen Wagen des Königs John von England (1200 n. Chr.), nach einem Holzschnitt in Philps' bereits oben genanntem Buche [1]), wozu der Autor bemerkt, dass der Wagenkasten auf der Radachse (ohne Federn) festsass, die Räder aus einem kreisförmigen Holzstück gefertigt, mit Holzschnitzereien

1) A. a. O. (The Progress of Carriages) S. 162.

verziert und endlich mit einem dicken Holzreifen umbunden waren, während man das Pferd in eine sogenannte Gabeldeichsel gespannt hatte.

Nachfolgende Abbildungen [1]) stellen italienische Kobelwagen (Cocchios) dar. Fig. 34 soll aus dem Jahre 1288 stammen. Das

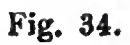


Fig. 34.



Verdeck dieses Wagens ist aus einer Binsenmatte gebildet, unter welcher im Vordertheile Frauenzimmer, in der hinteren Abtheilung Männer Platz genommen haben [2]).



Fig. 35.

Der Abbildung Fig. 35 ist in unserer Quelle die Jahreszahl 1426 beigeschrieben, woraus hervorgehen würde, dass sich in fast anderthalb Jahrhunderten diese Fuhrwerke nicht wesentlich änderten. In der Ginzrot'schen Beschreibung wird besonders angeführt, dass dieser Wagen auswendig ganz mit Leder überspannt sei, wobei man sowohl die gewölbte Decke als die Seitenwände durch grosse messingene Nägel an allen Kanten mit dem hölzernen Kastengerippe vereinigt hatte. Bei reicheren Personen be-

1) Ginzrot a. a. O. Bd. 3, S. 84.

2) Diese Wagen ähneln übrigens ganz den deutschen Zeisel- oder Stellwagen, wovon Ginzrot zwar eine Abbildung (Bd. 3, Taf. 14, Fig. 1) giebt, die jedoch nicht echt zu sein scheint, während auch gar nicht bemerkt ist, wo sich das betreffende Original befinden soll.

standen sehr oft Dach und Wände dieser Fuhrwerke aus silberdurchwirkten Seidenzeugen oder gar aus Goldstoffen, das Wagengestell mit schwerer und wohl auch vergoldeter Bildhauerarbeit überladen, meistentheils aber ohne Kunstwerth und geschmacklos.

In England bedienten sich schon zur Zeit Richard's II. (1377—1399) die Damen ähnlicher Wagen, die unter dem Namen Wherlicots bekannt waren. Ginzrot giebt Bd. 3, Taf. 18, Fig. 2 die Abbildung eines solchen vierrädrigen (den vorher mitgetheilten italienischen Cocchios ähnlichen) Fuhrwerkes, dessen Echtheit jedoch ebenfalls in Zweifel zu ziehen sein dürfte.

Einer ausgebreiteten Verwendung von Fuhrwerken zum Personentransport und zu Zwecken des Luxus hatte sich in dieser Zeit bereits das Lehnswesen entgegengestellt. „Den Lehnsherren war nämlich zu sehr daran gelegen, dass ihre Vasallen zu allen Zeiten gleich zu Pferde dienen konnten, als dass sie das Fahren im prächtigen Wagen hätten begünstigen sollen. Sie sahen voraus, dass der Adel sich dadurch des Reitens entwöhnen und zum Kriegsdienste unfertiger und ungeschickter machen würde. Diener, Männer und Frauen, Weltliche und Geistliche ritten auf Pferden oder Mauleseln, und Frauen und Mönche noch bequemer auf Eselinnen. Der Minister ritt zu Hof und sein Pferd ging allein, ohne Führer, zu seinem Stalle zurück, bis es ein Bedienter wieder nach Hofe brachte, um den Herrn abzuholen“ [1]).

Auf gleiche Weise ritten die Rathsherren der Reichsstädte noch im Anfange des 16. Jahrhunderts zur Sitzung, so dass noch im Jahre 1502 zu Frankfurt a. M. bei der Römerthür eine kleine Stiege zum Aufsitzen aufgemauert ward.

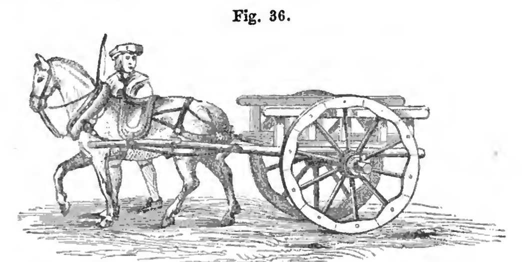
Sowohl in Hinsicht auf chronologische Folge als in Bezug auf die Darstellung der Beschirrung und Bespannung entlehnen wir Ginzrot (Bd. 3, S. 282) den Fig. 36 abgebildeten deutschen Karren aus dem Jahre 1508, welcher einem Holzschnitte des Hans Burgmayer nachgebildet wurde. An derselben Stelle werden auch Karren, von Albrecht Dürer, dem Lehrer Burgmayer's, gezeichnet, mitgetheilt, deren Construction jedoch immer dieselbe, d. h. im Wesentlichen mit der heutigen Zeit übereinstimmend ist.

---

1) Um mein oben (Seite 2, Note) ausgesprochenes Urtheil über das Ramée'sche Geschichtsbuch zu begründen, bin ich hier wörtlich Beckmann gefolgt. Ramée übersetzt auch hier ohne Quellenangabe.

Bei Einzügen und Aufzügen fürstlicher Personen in Städten benutzte man fast niemals Wagen, sondern ausschliesslich Pferde und selbst im päpstlichen Ceremoniel ist keiner Leibkutsche und

Fig. 36.



keines Leibkutschers gedacht[1]). Als im 16. Jahrhundert bedeckte Wagen bekannter wurden, bedienten sich ihrer nur die vornehmen Frauen, aber Männer hielten es für unanständig zu fahren.

Als Graf Wolf von Barby vom Kurfürsten Johann Friedrich zu Sachsen 1544 zur Reise nach dem in Speier angesetzten Reichsconvent gefordert ward, bat er um Erlaubniss, sich eines behangenen Wagens mit vier Pferden bedienen zu dürfen[2]).

Selbst den Frauenzimmern höherer Stände erschwerte man den Gebrauch der Wagen, wie u. A. Beckmann von einem gewissen Herzog (S. 395 a. a. O.) aus dem Jahre 1545 erzählt, „dass er seiner Gemahlin nur mit Mühe Erlaubniss gab, sich zur Reise ins Bad eines bedeckten Wagens bedienen zu dürfen, und dann auch nur unter der ausdrücklichen Bedingung, dass ihre Begleiterinnen sich dergleichen enthalten sollten."

Als charakteristische Eigenthümlichkeit dieser Zeit ist hervorzuheben, dass man anfing, den eigentlichen Wagenkasten nicht mehr unmittelbar auf den Radachsen zu befestigen, sondern, wie Fig. 37 zeigt, in Riemen *A* über dem Gestell aufzuhängen[3]).

---

1) Beckmann a. a. O. S. 393 und wieder wörtlich übersetzt bei Ramée S. 59 und 64, ohne Beckmann's mit einer Silbe zu gedenken!

2) Beckmann a. a. O. S. 395 und genau mit denselben Worten bei Ramée, p. 86, ohne Beckmann zu erwähnen.

3) Die Abbildung Fig. 37 ist Violet-le-Duc's „Dictionnaire raisonné du Mobilier Français" (Paris 1858, p. 61, Art. „Char") entlehnt, wobei bemerkt wird, dass vor der Mitte des 16. Jahrhunderts wahrscheinlich nirgends aufgehan-

Ein specielleres Beispiel hiervon ist folgende Abbildung (Fig. 38) eines Wagens, welcher zu den Vermählungsfeierlichkeiten des Herzogs Wilhelm von Baiern mit Renata, Herzogin von Lothringen, im Jahre 1568 benutzt und der Braut vom Bräutigam (als Braut- oder Familienwagen) verehrt wurde[1]). Ginzrot[2]) hat diese Abbildung einem Werke entlehnt, welches der Bibliothek des Münchener Oberstallmeisterstabes angehört, so dass wohl deren Treue unzweifelhaft ist.

Fig. 37.

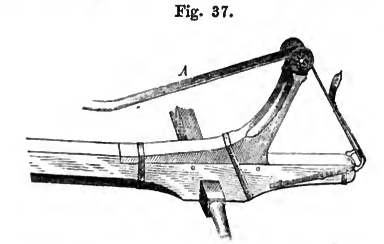


Fig. 38.



Diesen Wagen hat sogar der deutsche Poet und österreichische Büchsenmacher Wirre in Versen beschrieben, die 1568 in Augsburg gedruckt wurden und sowohl bei Ginzrot als auch bei Beckmann zu finden sind[3]). Der Dichter hat die künst-

---

gene Wagenkasten vorgekommen sind. Der ausserdem dort gezeichnete hölzerne Kasten selbst hat hinten und vorn Sitzbänke, ist mit Rücken- und Armlehnen ausgestattet, während sich die offenen Einsteigöffnungen (ohne Thüren) in der Mitte der Seitenwände, zwischen den Vorder- und Hinterrädern befinden.

1) In der bereits oben S. 3 erwähnten Sammlung (Entwickelung des Wagenbaues etc.) im Museum des kaiserlich deutschen Generalpostamts in Berlin, fand der Verfasser die glaubwürdige Notiz, dass bereits 1505 das sogenannte Sielengeschirr (breiter Brustriemen) an die Stelle des Kummets getreten sei.

2) A. a. O. Bd. 3, S. 47.

3) A. a. O. S. 404. Beckmann bedauert dabei, keine Abbildung dieses Wagens liefern zu können.

lerischen Arbeiten der Wagner, Holzschnitzer, Maler, Schmiede, Riemer, Goldschmiede u. s. w. recht anschaulich zu machen versucht.

Hin und wieder glaubten Landesherren den Gebrauch der Luxuswagen für den Personentransport durch Verbote aufhalten oder beschränken zu können, in welcher Beziehung namentlich die Verordnung des Braunschweiger Herzogs Julius von 1585 merkwürdig ist, die sich bei Beckmann vollständig abgedruckt vorfindet. Auch Herzog Philipp II. von Pommern erinnerte im Jahre 1608 seine Vasallen, dass sie sich nicht so sehr der Wagen als der Ritterschaft bedienen sollten. Hiernach darf es nicht auffallen, wenn allerlei Verbesserungen und namentlich das Aufhängen der Wagenkasten in Riemen nicht so rasche Verbreitung fand, als man sonst hätte erwarten müssen. So sass der Kasten des Wagens, worin Heinrich IV. (zu Paris in der Rue de la Ferronnerie am 14. Mai 1610 von Ravaillac) ermordet wurde, noch auf der Achse fest, wie die Abbildung (Fig. 39) dieses Wagens

Fig. 39.



erkennen lässt. Uebrigens soll Heinrich IV. für sich und seine Gemahlin nur einen einzigen Wagen besessen haben.

Man beachte ferner noch die Gestalt des Wagendaches (Impériale) und dessen Stützungsart, wozu bemerkt werden mag, dass der Wagen an allen Seiten durch Vorhänge (Rideaux) geschlossen werden konnte, die zwar in unserer Abbildung (bei Ramée) ganz aufgezogen gedacht, dagegen bei Rubo[1]) überall sichtbar sind.

Statt fester Thüren hatte man an den Eingängen zu beiden Seiten (wie überhaupt bei den damals gebräuchlichen Wagen)

1) Nach Ramée a. a. O. p. 108, Taf. 3. Eine grössere Zeichnung findet sich in Rubo's „L'Art du menuisier" (Paris 1771), Taf. 171, Fig. 1.

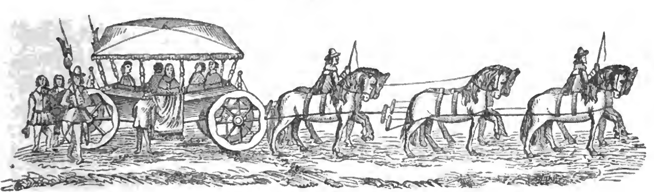
lederne, gestickte oder sonst verzierte Decken, sogenannte Fusssäcke aufgehangen.

In diese Zeit fällt auch der erste Gebrauch des Namens Kutsche oder Gutsche[1]) (Carosse), womit man Luxuswagen für eine verhältnissmässig geringe Personenzahl bezeichnete, in denen man möglichst bequem fahren konnte und wobei demgemäss das Aufhängen des Kastens eine wesentliche Bedingung war.

Die ältesten Abbildungen solcher Wagen, welche der Verfasser aufzutreiben vermochte, fanden sich in einem dem königlichen Archive in Hannover gehörigen Werke, dessen Titel ist: „Topographie der Städte, Schlösser und Plätze in dem Herzogthume Braunschweig-Lüneburg". Daselbst findet sich (S. 24, Blatt 30) u. A. eine Beschreibung des Festaufzuges Herzog August des Jüngeren in der Stadt Wolfenbüttel nach dem Abzuge der Oesterreicher 1643[2]), der mit einer ganzen Reihe sechsspänniger Wagen ausgestattet ist.

Einige dieser Kutschen, wahrscheinlich die für Damen bestimmten, gleichen nach Fig. 40, mit Ausnahme der hinzugekom-

Fig. 40.



menen Aufhängung des Kastens, äusserlich dem Wagen Heinrichs IV., während andere (Fig. 41) mit Ausnahme der oberen Thürhälften überall geschlossen sind.

---

1) Beckmann führt S. 413 (a. a. O.) an, dass 1781 ein Herr Cornides im Ungarischen Magazine zu beweisen gesucht habe, der Name Kutsche (Gutsche, Kotsin, Kotcze) sei ungarischen Ursprunges. Im 57. Theile der Krünitz'schen Encyklopädie Art. „Kutsche" wird zu S. 269 die Abbildung eines ungarischen Kotsi-Wagens beigegeben, der jedoch keineswegs mit unseren Kutschen vergleichbar ist. Auch Ginzrot ist nicht Cornides' Ansicht, wie aus Bd. 3, S. 17 u. 18 erhellt. Nach Anderen soll der Name Kutsche slavischen Ursprunges sein.

2) Der Einzug erfolgte am 17. September 1643, zugleich als Feier des Separatfriedens von Goslar, der zwischen dem Kaiser und den welfischen Fürsten (vor dem westphälischen Frieden) 1642 zu Goslar geschlossen wurde.

Wagen ähnlicher Construction erkennt man u. A. auch in den Abbildungen der Einzugsfeierlichkeiten Königs Leopold von

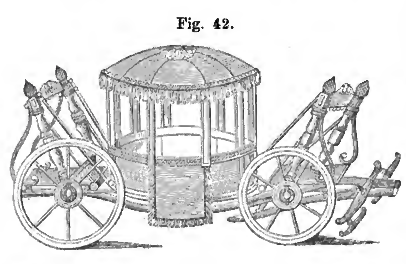
Fig. 41.



Ungarn und Böhmen zur Kaiserwahl in Frankfurt a. M. im März 1658, welche sich in Merian's Theatri Europaei 8. Theil (1667) S. 346 vorfindet [1]).

Unter den damals in Frankfurt vorgeführten Kutschen tritt jedoch auch eine neue Gattung hinzu, deren Eigenthümlichkeit in einem Rundbaue des Wagenkastens besteht und wovon Fig. 42 eine getreue Copie ist. Letztere Art Kutschen war besonders geeignet, die oberen Hälften der Seitenwände mit Glasfenstern zu versehen, die bald in luxuriöse Rahmen mit sogenannten venetianischen geschliffenen Scheiben übergingen. In diese Zeit fällt auch die Einführung öffentlicher Miethkutschen für Stadt und Land (nach dem dereinstigen Vorbilde des alten Roms S. 32) in Paris und London.

Fig. 42.



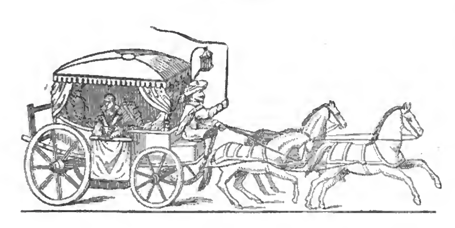
In Paris besonders hielt 1650 ein gewisser Nicolas Sauvage

---

1) In unserer Quelle wird überall „Gutsche" geschrieben. — Eben solche Kutschenformen erkennt man ferner ebendas. S. 1354 in den Abbildungen der Einzugsfeierlichkeiten des Königs und der Königin von Frankreich in Paris im Jahre 1660, sowie endlich auch in den Abbildungen, welche sich auf die Feierlichkeiten der Königin Katharina von Portugal, einer englischen Prinzessin, im Jahre 1662 beziehen, und zwar bei der Abreise derselben von Portsmouth und deren Empfang in Lissabon (Merian, Theatri Europaei Tome IX, p. 702 u. 816).

zuerst Wagen und Pferde zum beständigen Vermiethen bereit. Das Gebäude (Rue St. Martin, gegenüber der Rue Montmorency), worin der Unternehmer Remise und Stallungen hatte, trug den Namen des heiligen Fiacre (Königs der Schotten im 7. Jahrhundert), weshalb man alle Kutschen, Kutscher und Eigner derartiger öffentlicher Fuhrwerke „Fiacres" zu nennen pflegte [1]).

Fig. 43.



Einen Pariser Fiacre der damaligen Zeit lässt Fig. 43 erkennen. Der Kutschkasten sitzt noch auf den Radachsen fest und sein innerer Raum genügte in der Regel für sechs Personen, wovon an jeder Thür eine sitzen musste, das Gesicht nach aussen gekehrt. Die sogenannten Halbthüren wurden auch hier durch eine Art Schürzen oder Vorhänge gebildet; die schlechten Stadt- und Landstrassen machten wahrscheinlich oft ein Vorspannpferd [2]) nöthig und der damals in Paris noch fehlenden Strassenbeleuchtung wegen, wurde das Aufhängen einer Laterne an der Vorderseite des Kutschhimmels erforderlich.

In London hatte bereits 1625 ein alter Seeofficier Miethkutschen einzurichten unternommen, welche man Hackneys nannte. Obwohl König Karl I. es 1635 für nöthig fand, die Vermehrung derselben durch eine Verordnung einzuschränken, weil König und Adel die Hackneykutschen für schädlich, ja gefährlich für Strassen und Gemeindewege Londons hielten, so dauerte diese Einschränkung doch nur sehr kurze Zeit. Im Jahre 1652 betrug die Zahl dieser Hackneys bereits 200, 1694 schon 700.

Fig. 44 zeigt eine Pariser Landkutsche aus dem Jahre 1680, deren Untergestell ganz dasselbe wie bei unserm heutigen Fracht-

---

1) Beckmann a. a. O. S. 422. Ginzrot Bd. 3, S. 251 und endlich wieder Ramée p. 122, letzterer in wörtlicher Uebersetzung der Beckmannschen Angaben, ohne abermals diesen Schriftsteller nur zu erwähnen.

2) Die Deichselpferde hatten dabei Sielengeschirre, das Vorspannpferd eine Art Kummetgeschirr, obwol letzteres in unserer Quelle (Ginzrot Bd. 3, Taf. 40) nicht deutlich genug abgebildet ist.

wagen ist, d. h. es besteht aus Vorderwagen (mit Spannnagel oder Reibnagel, Drehscheit, Deichselscheere etc.) und Hinterwagen, die beide durch den Langbaum mit einander vereinigt sind.

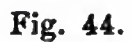
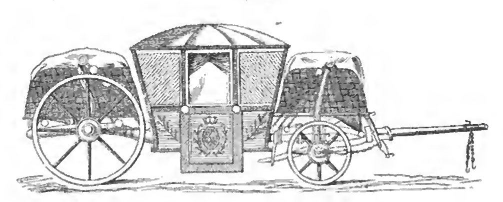


Fig. 44.



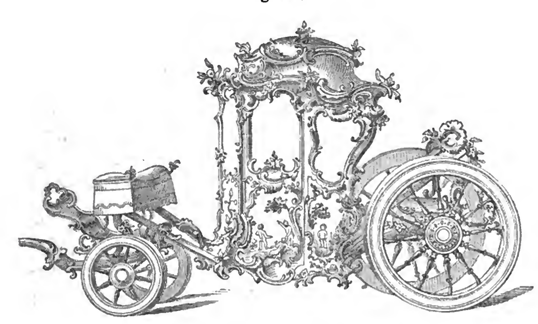
Etwas ganz Charakteristisches dieses Wagens ist zunächst das Aufhängen des Kastens an wenig gebogenen hölzernen Federn, sodann, dass die Eingänge des Kastens mit völlig schliessenden, bis oben hin reichenden Thüren versehen sind.

Ausdrücklich zu bemerken ist hier, dass bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts im Allgemeinen der Führer von Personen- und Luxuswagen auf einem der angespannten Pferde, dem sogenannten Sattelpferde (was in freier Bahn geht) ritt, während man das andere das Handpferd, und sobald es in der Gabeldeichsel geht, das Deichsel- oder Baumpferd nannte. Nur selten nahm der Führer seinen Platz auf einem Sitze vor dem Wagenkasten, der unmittelbar mit dem letzteren verbunden war. (Man sehe Fig. 29 und 34.) Erst nach dieser Zeit finden sich Luxuswagen mit sogenannten Vordergestellen, die man Bockgestelle nennt (aus Bockschemel, Scheibenkranz, Kranzfelgen etc. bestehend), wo über der Vorderachse gehöriger Raum für einen vom Wagenkasten einerseits völlig getrennten, andererseits aber damit wieder in eigenthümlich feste Verbindung gebrachten Kutschersitz (Bock) gelassen ist.

Eine zweite Eigenthümlichkeit der Luxuswagen dieses Zeitabschnittes wurde durch die Forderung bedingt, die Lenkbarkeit der Kutschwagen derartig zu erhöhen, dass das vollständige Unterlaufen der Vorderräder unter den Wagenkasten (oder unter dessen Vorbau) möglich wurde. Hierzu musste man entweder die Vorderräder sehr niedrig machen, oder den Langbaum an der betreffenden Stelle aufwärts biegen (kröpfen), d. h. einen sogenannten Affen- oder Schwanenhals construiren.

Aus dieser Zeit (Ludwig's XIV., der bekanntlich 1643 bis 1715 regierte) stammt der Fig. 45 abgebildete Wagen, den man mit dem Namen „Carosse coupée“ bezeichnete [1]), weil er nur Rücksitze (in der Regel nur für zwei Personen) hatte [2]). Man erkennt ohne Weiteres, dass der vorn und an den Seiten mit kostbaren Fenstern

Fig. 45.



versehene Kutschkasten in starken Riemen, wahrscheinlich an hölzernen Federn hängt, sowie dass der Langbaum vorn gekröpft ist, um das erwähnte völlige Unterlaufen der Vorderräder möglich zu machen.

Ein fast noch reicher verzierter Wagen findet sich bei Deharme (a. a. O. p. 91, Fig. 15), der als Gallawagen vom Grafen Castelmaine, Gesandter des Königs Jakob II. von England [3]) beim Papste Innocent XI. im Jahre 1687, zu feierlichen Auffahrten in Rom benutzt wurde, dessen Architektur allerdings noch mehr an die zum Zopfstyl (Rócoco) umgewandelte Renaissance erinnert! [4])

Wer sich überhaupt für französische Wagenformen des 18. Jahrhunderts (1700 bis 1789) besonders interessirt, findet ganz

---

1) Rubo nannte die Coupées auch Diligencen (a. a. O.), noch Andere brauchten den Namen „Schwimmer“.

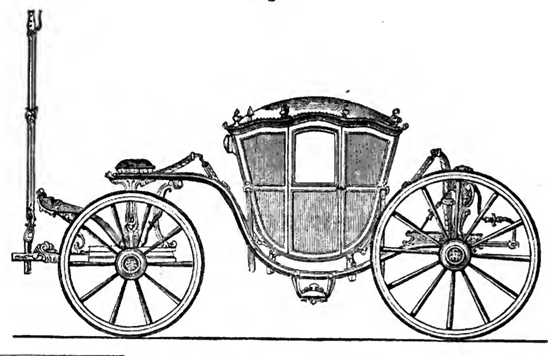
2) Leider bin ich ausser Stande, die Jahreszahl einer mir vorliegenden alten Sammlung von in Kupfer gestochenen Luxuswagen anzugeben, welcher Fig. 44 entlehnt ist. Am Rande sind allein zwei deutsche Namen „Habermann u. Hertel“ aufgeführt.

3) Regierte bekanntlich von 1685 bis 1688.

4) Wie der sogenannte Zopfstyl (Rócoco) auch die Gestalt der Fuhrwerke in

vorzüglich schöne Abbildungen in Paul Lacroix' Werke. „XVIII. Siècle, Institutions, Usages et Costumes.“ Paris (deuxième édition 1875).

Fig. 46.



Deutschland bestimmte, lässt u. A. nachstehende Fig. 47 erkennen, welche einen Schlitten darstellt der aus dem Besitze des ersten Königs von Preussen, Friedrich I.

Fig. 47.



Eine zweite Gattung von Stadt- und Reisewagen (Fig. 46) wurde gegen Ende des 17. Jahrhunderts unter dem Namen Berlinen eingeführt, so benannt, weil man sie zuerst in der preussischen Residenzstadt baute [1]).

Das Charakteristische dieser Wagen besteht darin, dass ihre Kutschkasten viersitzig, zu beiden Seiten der Thüren völlig symmetrisch sind und dass sie nicht mehr zwischen den Langbäumen, sondern über diesen aufgehangen sind, so dass sich die Thüren frei über den Langbäumen öffnen können. Andere Vorzüge dieser Berlinen erhellen ohne Weiteres, wenn man Fig. 46 mit den Abbildungen vorher besprochener Wagen vergleicht.

Letztere Fig. 46 übrigens ist einem altfranzösischen Kupferstiche entnommen, welcher die Ueberschrift trägt: „Berline de Campagne à cul de singe à hautes roues, montée de ressorts à la Dalème" [2]), ohne dass eine Jahreszahl beigefügt ist. Höchst wahrscheinlich stammt dieser Wagen aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts.

Jedenfalls ist es ein Kutschwagen aus der Zeit, wo man die Kasten der Berlinen nicht mehr direct an Hängeriemen [3]), sondern unter Einschaltung von aufrechten, wenig gebogenen hölzernen oder stählernen Federn aufhing. Letztere bestanden aus sechs, sieben und mehr über einander gelegten Blättern, welche sämmtlich durch einen viereckigen Ring vereinigt waren, durch welchen ein Bolzen ging, der jedoch eine selbstständige Längenverschiebung der einzelnen Blätter nicht hinderte.

Ausser Hängeriemen und Federn bemerkt man in unserer

(1688—1713), stammt und wovon sich das Original in der Sammlung des historischen Museums im Schlosse Monbijou zu Berlin befindet.

1) Rubo a. a. O. p. 458 sagt ohne Weiteres: „La seconde espèce de Voiture moderne, etc. celle qu'on nomme Berline, du nom de Berlin, ville capitale de Prusse, où elles ont été inventées", während Beckmann a. a. O. S. 421 einen Piemontesen „Philipp v. Chieze" als Erfinder der Berlinen bezeichnet, der seiner Zeit Generalquartiermeister des Kurfürsten von Brandenburg war.

2) Dalème wird als ein berühmter Pariser Federnschlosser bezeichnet. Ob die Wagenfedern überhaupt Dalème's (und nicht englische) Erfindung sind, habe ich nicht bestimmt ermitteln können. Ginzrot behauptet (a. a. O. Bd. 4, S. 117), Dalème habe zuerst Kutschen und andere Fuhrwerke mit Stahlfedern versehen.

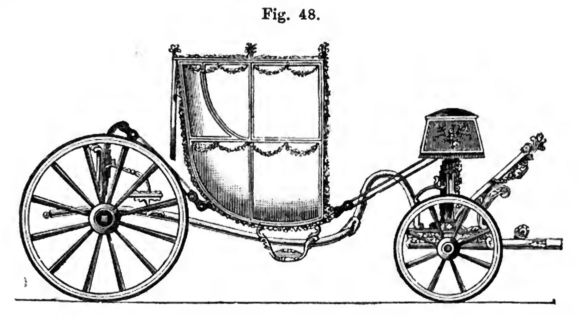
3) Eine schöne in Riemen hängende Berline (als Stadt-Luxuswagen) findet sich (nach Maassstab gezeichnet) in dem Rubo'schen Werke Taf. 209.

Abbildung noch grosse und kleine Schwungriemen (Stossriemen, Schlagriemen), um nachtheilige Seitenbewegungen des Kutschkastens zu verhindern, welche deshalb durch Oesen gehen, die inwendig an den Langbäumen angebracht sind.

Eine jedenfalls vor dem Jahre 1771 erbaute sogenannte Halb-Berline, auch Coupée (Chariot) oder Diligence genannt, ist in Fig. 48 abgebildet[1]).

Rubo bemerkt (a. a. O. S. 576), dass der Wagenkasten (Fig. 46) englischer Abkunft sei, und spottet gleichzeitig über dessen Gestalt, die er ungefällig findet.

Fig. 48.



Dass übrigens der Kasten ebenfalls in sogenannten S-Federn an starken Riemen hängt, erhellt aus der Abbildung, sowie überhaupt nur noch auf die vordere gebogene Form des Langbaumes zum gehörigen Unterfahren der Vorderräder aufmerksam gemacht zu werden braucht, welche man noch heute mit dem Namen Schwanhals bezeichnet[2]).

Langbäume letzterer Art mussten selbstverständlich darauf führen, zum Material derselben nicht Holz, sondern Schmiedeeisen zu nehmen.

Eine derartige englische viersitzige Kutsche (Stadt-Berline, Coach) zeigt Fig. 49, welche der Verfasser einem englischen 1793 bei Ackermann in London erschienenen Kupferwerke entlehnte[3]).

---

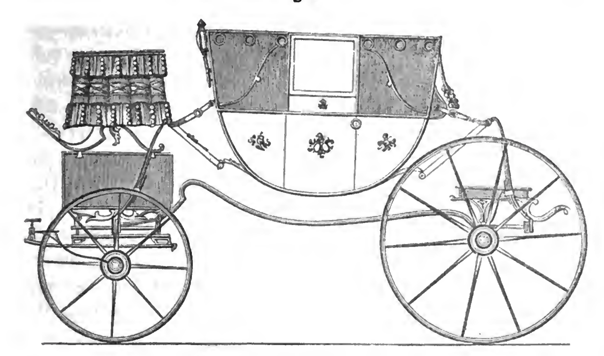
1) Rubo's „L'art du menuisier-carrossier" erschien 1771.

2) Ausführlich (mit zahlreichen Abbildungen begleitet) handelt über Schwanhälse Ginzrot Bd. 4, S. 109 bis 116.

3) Der vollständige Titel des Werkes ist: A Second book containing drawings

Auch der Kutscherbock (Hammercloth) ruht hier auf eisernen Stützen, sowie die Gestellconstruction des Wagens in mehrfacher Beziehung fast der Gegenwart gleichkommt. Der Kutsch-

Fig. 49.



kasten hängt mit den Hauptriemen an sogenannten S- oder Kronfedern (Crown Springs, weil darauf drei Kronen geschlagen waren), aber auch so hoch, im Vergleich mit allen seither besprochenen Kutschen, dass der Verfasser des bald nachher (1799) bearbeiteten Artikels „Kutsche“ in Krünitz' Encyklopädie sich nicht mit Unrecht über diese Wagengattung folgendermassen äussert [1]): „Die neuesten englischen Kutschen hängen so ausserordentlich hoch, dass ein dreimal sich ausschlagender Fusstritt erforderlich wird, um hinaufzukommen. Verhältnissmässig sitzt auch der Kutscher so hoch, dass er beinahe in die erste Etage eines Hauses sehen kann, und gewiss den Hals bricht, wenn er herunterfällt.“

Wahr ist es, dass ein hochhängender Wagenkasten höhere Räder erlaubt, mehr Spiel in seinen Federn und Riemen hat und sich weit leichter fährt als ein niedrig gebauter [2]). Indessen er-

of modern carriages“, gezeichnet, gestochen und colorirt von K. Ackermann und J. C. Stadeler, London 1793.

1) A. a. O. Th. 57, S. 403.

2) Der Erbauer des Themse-Tunnels J. K. Brunel äussert sich im Anhange des bereits früher citirten Werkes „das Pferd“ über den fraglichen Gegenstand S. 517 wie folgt: „Die Fuhrleute wissen aus Erfahrung, dass Kutschen mit hochhängendem Kasten leichter laufen. Da hierbei die Last in einer grösseren

fordert er auch ein sehr ebenes Terrain und wird, wo dies nicht der Fall ist, leicht Veranlassung zum Umwerfen geben.

Die in Fig. 49 angegebenen Spreit- oder Sturmstangen, rechts und links der Thür an den Seiten des Verdeckes, sind nur Blendwerk oder Gegenstände des Schmuckes, sowie überhaupt alle zuletzt beschriebenen Kutschen den Namen „steif gedeckte Wagen" erhalten, weil ihr Verdeck nicht beliebig zusammengelegt, theilweise oder ganz entfernt werden kann.

Luxuswagen mit beweglichem Verdeck, wobei die erwähnten mit scharnierartigen Gelenken versehenen Sturm- oder Spreitstangen (Fig. 49) nicht bloss Blendwerk oder Zierde sind, sondern beim Zurückschlagen des Verdeckes wirkliche Dienste leisten, die hölzernen oder eisernen Bügel (Spriegel), über welche das Verdeckleder ausgespannt ist, in ihrer Wirksamkeit unterstützen, kommen erst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts vor, so dass beispielsweise das grosse uud vortreffliche hier wiederholt citirte und 1771 erschienene Werk Rubo's derartige Wagen nirgends erwähnt.

Die ältesten Abbildungen von Personenwagen mit beweglichem, d. h. solchem Verdecke, welches sich ohne Weiteres zusammenlegen und aufrichten lässt, ohne dasselbe abnehmen zu müssen, hat der Verfasser im 18. Bande des 1790 in Berlin erschienenen „Schauplatzes der Künste und Handwerke" S. 185 ff. gefunden, woselbst unter Fig. 3 eine Thür-Chaise [1]) mit zurückzuschlagendem Himmel aufgeführt wird.

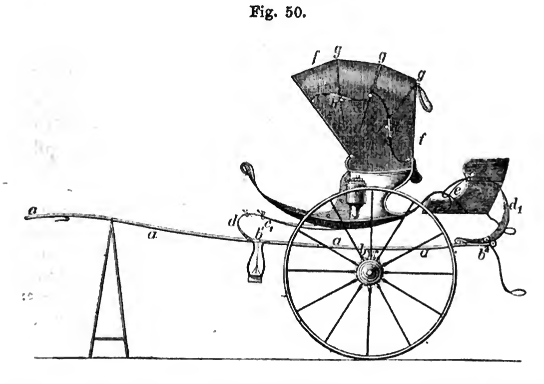
Entfernung von den Rädern angebracht wird, wirkt sie mit einem längeren Hebel und unterstützt damit die Wirkung der Federn; sie kann durch die Bewegung der bald rechts, bald links über Steine rollenden Räder nicht so weit seitwärts geschoben werden, sondern macht grössere Schwingungen hin und her; es ist somit wahrscheinlich, dass eine solche, von einer Seite zur anderen schwingende Last, die eigentlich abwechselnd bloss auf zwei Rädern ruht, leichter in Bewegung zu setzen ist, während die Längenrichtung ihrer Schwingungen zugleich gestattet, dass die Vorder- und Hinterräder nach einander über ein Hinderniss weggehen."

1) Rubo (1771) a. a. O. S. 582 versteht unter „Chaise" noch zweirädrige Wagen mit steifem festem Dach und eben solchen Wänden, deren Kästen so weit zwischen den Langbäumen herunter gehen, dass keine Seitenthüren angebracht werden können und das Einsteigen von vorn geschehen muss. Die ältesten Chaisen (namentlich die Postchaisen) von 1664 waren eigentlich Lehnstühle oder Armstühle (Fauteuils), die man an Riemen zwischen zwei Langbäumen aufhing und an Achshölzern befestigte, während man an den Achsen der letzteren ein Paar Räder aufgesteckt hatte. Abbildungen hiervon finden sich in Garsault's „L'Art du Bourrelier et du Sellier" Taf. 9.

Nicht unwahrscheinlich ist es, dass man zuerst das zweirädrige, in der Regel einspännige Fuhrwerk, Cabriolet genannt [1]), das Cisium der Römer (S. 25), mit beweglichem Verdeck ausgestattet hat, dem bald nachher jene bequeme und geschmackvolle Gestalt ertheilt wurde, welche noch heute diesem beliebten Luxuswagen (namentlich in Frankreich und England) eigenthümlich ist.

Bald nach Anfang dieses Jahrhunderts hatte das Cabriolet bereits die Gestalt, welche Fig. 50 zeigt. Die beiden Scheer-

Fig. 50.



deichselbäume *aa* erhalten bei *b* durch das sogenannte Achsholz,

1) Ramée in seiner „Histoire des chars, carosses etc." sagt S. 148, dass das alte Cabriolet aus dem 17. Jahrhundert datirt und zweispännig war, wovon ein Pferd dem Kutscher als Sattelpferd diente. In der Mitte des 18. Jahrhunderts wurde dieser Gebrauch verlassen und mit dem der Gegenwart vertauscht. — In einem bei Ramée citirten Gespräche heisst es u. A.: „Il n'y a rien de nouveau, que des cabriolets, c'est le goût à la mode, c'est la fureur de tout Paris." Damals war das Cabriolet noch offen, was auch aus Rubo folgt, der a. a. O. S. 584 sagt: „Les Cabriolets sont des espèces de petits chars découvertes" und die betreffende Beschreibung mit einer Abbildung (Taf. 215) begleitet. Im 57. Theil S. 410 und 434 der Encyklopädie von Krünitz wird ein englisches Cabriolet beschrieben und abgebildet, dessen Zeitalter wahrscheinlich das Ende des 18. Jahrhunderts ist. Der offene Wagenkasten ruht auf Federn, das Pferd geht in der Gabeldeichsel, das Geschirr ist ein leichtes Kummet, aber auch ein kleiner Tragsattel ist vorhanden, obwohl das Fuhrwerk sonst zum Selbstfahren (für Damen und Herren) eingerichtet zu sein scheint.

ferner bei b^1 und b^2 durch die Federhölzer (Vorder- und Hinter-Federstöcke) die geeignete Querverbindung, wodurch überhaupt (ohne weiteren Langbaum) das von den Rädern getragene Wagengestell gebildet wird.

Auf jedem der Bäume a sind zwei C-Federn [1]) d und d_1 befestigt, wovon letztere durch einen Hängeriemen e, erstere durch eine lange Blattfeder mit dem Wagenkasten verbunden ist. An dem aus Leder gebildeten Verdeck f sind die Bügel, über welche das Leder gespannt ist (die Spriegel), durch die Buchstaben gg markirt, während die in der Mitte mit Scharnieren versehenen Sturm- oder Spreitstangen mit hh bezeichnet sind.

Fig. 51 zeigt einen englischen vierrädrigen und viersitzigen Wagen mit beweglichem Verdecke, der überdies mit horizontalliegenden elliptischen oder Druckfedern (Ressorts) ausgestattet, auch ohne sichtbaren Langbaum construirt ist und zu derjenigen Gattung gehört, welche man „Kaleschen" zu nennen pflegt [2]).

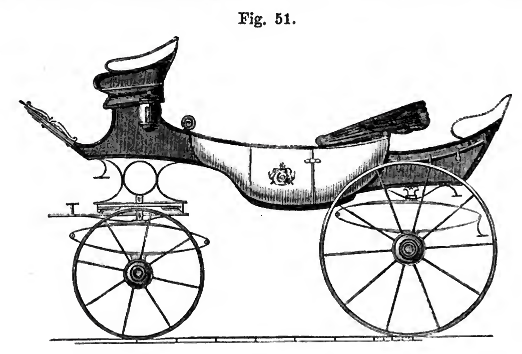
---

1) Die bogenförmige Gestalt dieser Feder entspricht deren Benennung. Bei den Franzosen kamen sie früher unter dem Namen „Ressort à la Polignac" vor, wahrscheinlich, weil sie ein Mann dieses Namens zuerst verfertigte oder in Anwendung brachte. Ihre Einführung datirt sich von dem Ende des 18. Jahrhunderts. — Die vorher benutzten Wagenfedern erkennt man in unseren Abbildungen hinlänglich und werde deshalb nur bemerkt, dass ausführliche Abhandlungen über ältere Federn im 9. Theile des Schauplatzes der Künste und Handwerke (Berlin 1790) S. 421, sowie bei Ginzrot Bd. 4, S. 117 enthalten sind. — Ein in solchen C-Federn hängender Kutschkasten ist für die Fahrenden sehr angenehm, indess ist nicht zu leugnen, dass durch die Längenschwingungen, welche sie beim Fahren gestatten, der Zugwiderstand unangenehm vermehrt wird, so dass die englischen Kutscher die auf solche Weise aufgehängten Wagen spottweise „Pferdeschinder" nennen und mindestens schwere kräftige Pferde erforderlich werden. — Wenn aber auch die Elasticität der C-Federn in der Längenrichtung nachtheilig ist, so trägt sie dennoch zur Verminderung des Totalwiderstandes bei, in Bezug auf Fuhrwerke, unter sonst gleichen Umständen, ohne alle Federn. Bei Fig. 51 kommen wir auf die unstreitig besseren Horizontalfedern zu sprechen.

2) Die hier und bei den meisten neueren Wagen gewählten Namen sind selten echt sachgemäss, oft ganz willkürlich. Rubo a. a. O. S. 579 charakterisirt 1771 die Kaleschen noch in folgender Weise: „Les Calèches sont des Voitures de campagne destinées à la promenade ou à la chasse, lesquelles sont ouverts de tous côtés au dessus de l'appui et dont l'impériale est soutenue par des montants de fer." — Bickes (von 1829) a. a. O. nennt S. 338 Kalesche jede Halbchaise, deren Fussboden nicht (wie bei der einer russischen Kibitke ähnlichen Pritschka) gerade läuft, sondern rund und ausgeschweift ist. Bickes vergisst dabei ganz, dass jede Kalesche vor Allem viersitzig sein muss. — In der neuesten (1865) Auflage des von Rausch in Halle bearbeiteten Beckmann-

Unsere Abbildung ist einer später (1809) in London erschienenen Abtheilung des bereits citirten Ackermann'schen Kupferwerkes über Luxuswagen entlehnt, und dürfte aus dieser Zeit die

Fig. 51.



Construction von Wagen ohne Langbaum herrühren, d. h. wo letzterer in verborgener Weise durch geeignete zu beiden Seiten des Wagenkastens angebrachte Eisenschienen ersetzt wird, deren Anordnung später ausführlich erörtert werden soll.

Eigenthümlich für diese Zeit ist noch die Eisenconstruction, wodurch das Vordergestell mit dem Kasten in Verbindung gebracht ist.

Eine ganz besondere Gattung von viersitzigen Luxuswagen mit beweglichem Verdeck bilden diejenigen, bei denen sich letzteres in der Mitte des Himmels in zwei Theile (Hinter- und Vor-

---

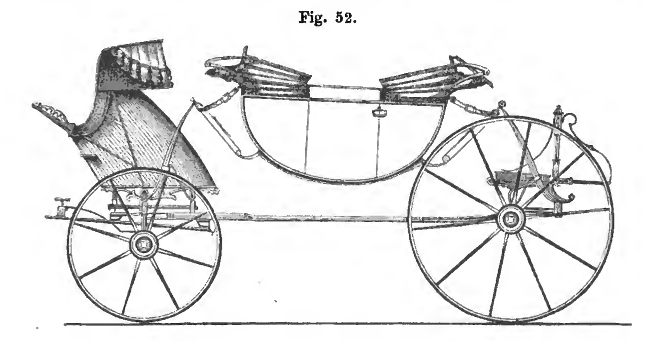
schen Werkes über Wagenfabrikation heisst es S. 367: „Unter der Bezeichnung Kalesche kann man alle Wagen zusammenfassen, welche ungefähr die Mitte halten zwischen den leichten Phaetons und den steifgedeckten Wagen oder Kutschen.“ — Die Kennzeichen eines Phaetons werden dabei nicht hervorgehoben, vielmehr ein ganzes Sortiment dieser Wagengattung (Taf. 15) beschrieben und durch Abbildungen erläutert, woraus hervorgeht, dass die gewöhnliche Erklärung, der Phaeton sei ein hohes vierrädriges zweispänniges sehr leichtes Luxusfuhrwerk, unbedeckt und oben höchstens mit einem Sonnendache versehen, nicht mehr vollständig ausreicht, da auch solche mit beweglichem Verdeck (ähnlich wie bei den Cabriolets) vorkommen. Dass der Name „Phaeton“ von dem Sohne des Sonnengottes (Helios) abstammt, der den Sonnenwagen am Himmel so schlecht regiert haben soll, dass er damit die Erde beinahe verbrannt, und von Zeus durch einen Blitzstrahl getödtet wurde — bedarf hier wohl nur der Erinnerung.

derverdeck) theilt und jeder Theil, ohne das Abnehmen erforderlich zu machen, sich auf- und niederlegen lässt.

Man nennt derartige Wagen Landauer, ohne über den Ursprung dieses Namens ganz genaue Kenntniss zu haben [1]).

Fig. 52 zeigt die älteste Abbildung von 1793 eines solchen Landauers, welche der Verfasser aufzutreiben vermochte [2]). Als

Fig. 52.



eine Eigenthümlichkeit dürfte vielleicht auch der ganz gerade Langbaum dieses Wagens erwähnt werden, sowie dass sein Kasten von sogenannten S-Federn getragen wird und der Ort des Kutschers ein Galleriesitz oder englischer Bock ist, im Gegensatz zu den Böcken ohne Arm- und Rückenlehne (wie Fig. 46 und

1) Bickes a. a. O. S. 359 behauptet, dass diese Wagen nicht, wie man leicht vermuthen könnte, in der Stadt Landau erfunden wurden, sondern nach ihrem Erfinder, einem Engländer Landow, benannt werden. Dagegen giebt Adelung (Grammat.-krit. Wörterbuch Bd. 2, S. 796) an, dass zuerst Kaiser Joseph I., als er 1702 vor Landau zog, einen Wagen gehabt habe, dessen Verdeck sich in der Mitte theilen und vorn und hinten niederschlagen liess. Diese Angabe hat insofern wenig Wahrscheinlichkeit für sich, als (wie schon oben erwähnt) in keinem Werke des 18. Jahrhunderts, weder bei Rubo, noch in dem Schauplatze der Künste und Handwerke, derartiger Wagen auch nur im Entferntesten gedacht wird. Bickes spricht sich übrigens (S. 347) gegen diese Wagengattung aus, weil sie nicht solid genannt werden könnte, was gewiss nicht der Fall ist, wenn der Bau mit gehöriger Sorgfalt ausgeführt wird. Man unterscheidet übrigens noch Ganz-Landauer (Berlin-Landauer) und Halb- oder Coupée-Landauer (Landaulets).

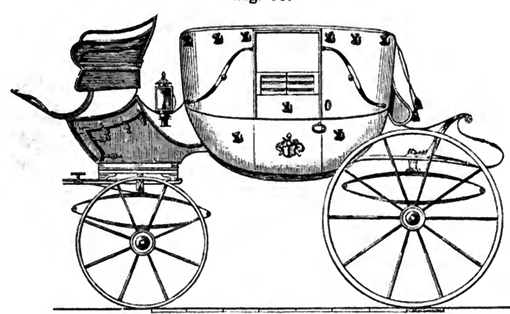
2) Ackermann: A Second Book etc. of modern carriages etc. (Nr. 4), London 1793.

48), die man gewöhnlich mit dem Namen „Carossenböcke“ zu bezeichnen pflegt.

Kutschwagen ohne Langbaum fingen bereits im Anfange dieses Jahrhunderts in England und überhaupt von da ab allgemein zu werden an, als man Schmiedeeisen von grosser Zähigkeit und Festigkeit ohne zu hohe Kosten erzeugen lernte. Fig. 53 zeigt eine derartige Berline zum Stadtgebrauch (aus dem Jahre 1809),



Fig. 53.



deren Kasten, auf englischen horizontalen oder elliptischen Druckfedern (Grashoppers) ruht, aber immer noch sehr hoch gehängt ist. Die zu beiden Seiten des Verdecks vorhandenen Sturmstangen dienen hier wiederum nur als Verzierung.

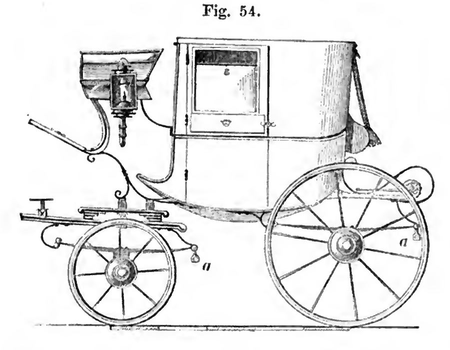
Etwa vom Anfange der 30er Jahre an nehmen (vorzugsweise in England, von wo auch die hier folgenden Abbildungen herrühren) die bereits S. 50 (Fig. 48) besprochenen Halb-Berlinen oder Coupées (auch Sänftekutschen — Coupée-Chaises — genannt) die Gestalt von Fig. 54 an, d. h. man construirt sie ohne (*sichtbaren*) Langbaum, setzt den Kasten *auf einfache Druck-* oder *Horizontalfedern* und bringt letztere mit entsprechenden Querfedern *aa* derartig in Verbindung, dass der Wagenkasten auf sogenannten Kreuzfedern ruht.

Eine besondere Coupée-Art bilden die nachher beliebt gewordenen *Broughams* (Fig. 55), nach dem berühmten Kanzler von England Lord Brougham so benannt, der sie eingeführt haben soll[1]).

1) Fig. 55 ist einer englischen Originalzeichnung entlehnt, welche gegen Ende der dreissiger Jahre gefertigt wurde.

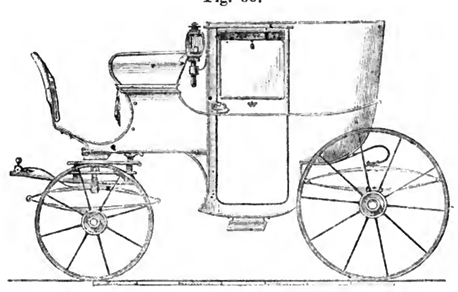
Die stuhlförmige Gestalt des Wagenkastens verschafft nicht nur grosse Bequemlichkeit für den Sitzenden, sondern bringt auch den Schwerpunkt des ganzen Baues tiefer herab und macht das Einsteigen derartig bequem, wie keiner der bis jetzt aufgeführten Luxuswagen.

Fig. 54.



Von dem Coupée Fig. 54 unterscheidet sich dieser Brougham übrigens noch dadurch, dass er auf Grashopperfedern (auch Quetschfedern genannt) ruht, die Bockverbindung mit dem Wagen eine ganz an-

Fig. 55.



dere ist und demgemäss über dem Vordergestelle unter dem Bocke (Fig. 55) einen für kleineres Gepäck und sonst geeignetes Material brauchbaren, völlig gedeckten Raum besitzt [1]).

Soweit es hier Zweck und Absicht sein konnte, eine geschichtliche Uebersicht der Fuhrwerke zu geben, ohne dabei auf

1) Macht man den Brougham viersitzig (zwei Vorder- und zwei Hinterplätze) und versieht vorn und zu beiden Seiten die Kastenwände mit Glastafeln, so belegt

besondere constructive Gegenstände, wie Räder, Achse u. dgl. m. speciell einzugehen, sind wir jetzt derartig zur Gegenwart gelangt, dass es in der That nichts Bedeutsames giebt, welches völlig unerörtert geblieben wäre. Dessenungeachtet dürfte es nicht unangemessen sein, noch einiger der wichtigsten und erfolgreichsten Verkehrsmittel, der sogenannten öffentlichen Fuhrwerke (der neuen und neuesten Geschichte) zu gedenken, welche zur Personenbeförderung (und für kleineres Gepäck) von Regierungen als (Brief-) Fahrposten (Mail-Coaches) oder von Privatgesellschaften als Landkutschen (Messagerien, Botenwagen), Stage-Coaches (Stations-Kutschen) eingeführt, unterhalten oder doch controlirt werden.

Die ersten einigermassen geregelten öffentlichen Personenfuhrwerke der neueren Geschichte[1]) für grössere Entfernungen (ausserhalb des Bereichs der Städte) scheint England gehabt zu haben, wenigstens führt Philps[2]) an, dass bereits 1605 für den öffentlichen Verkehr zwischen London, Canterbury und anderen grossen Städten Englands die sogenannten „Long-Waggons" oder „Machines" zum Zwecke des gleichzeitigen Transports einer grossen Zahl Reisender im Gebrauche waren. Die unserer Quelle beigegebene Abbildung lässt dabei erkennen, dass der Unter-

---

man ihn gewöhnlich mit dem Namen „Clarence". Im Vorstehenden ist überall das Fuhrwerk unerwähnt geblieben, was man Droschken zu nennen pflegt. Der ursprüngliche Charakter dieser (russischen) Fuhrwerke ist der reitende Sitz oder umgekehrte Trog, unter welchem der Langbaum zur Verbindung des Vorder- mit dem Hinterwagen durchgeht. Abbildungen dieser (älteren) Droschken finden sich u. A. bei Bickes (a. a. O. Taf. 6). Gegenwärtig nennt man gewisse Abarten von Cabriolets (Cabs) und Kaleschen Droschken, welche als öffentliche Stadtwagen benutzt werden.

1) In Rom richtete zuerst Augustus (nach persischen Vorgängen) öffentliche Staffetten (Briefposten) ein. Um die weitere Ausbildung des römischen Postwesens machte sich nachher Kaiser Hadrian (regierte 117 bis 138 n. Chr.) verdient. Die von ihm bestellten Posten (Cursus publici, wenn sie gefahren wurden Cursus vehiculares) hatten folgende Einrichtung: An den Heerstrassen waren in der Entfernung von einer Tagereise an grösseren Orten Stationen (Mansiones), wo Pferde (Veredi) oder Maulesel, dazu leichte Fahrwagen (Cisia Fig. 21. Rheda Fig. 25 etc.) und von Ochsen gezogene Packwagen (Cursus clabulares Fig. 30) bereit standen. Specielleres über „Geschichte des Postwesens findet sich in dem hier benutzten Abschnitt „Post" der neuesten Auflage des Pierer'schen Universal-Lexikons. Diese Arbeit ist überhaupt eine der besten unter denen, welche dem Verfasser über diesen Gegenstand zu Gesicht gekommen.

2) The Progress etc. p. 163.

wagen jenem von Fig. 41 gleicht und der sehr lange Oberwagen, welcher mit Wänden und Decke aus Rohrgeflecht, erstere halb offen und mit Vorhängen (statt Fenster und Thüren) versehen war, denen von Fig. 34 und 42, jedoch mit dem Unterschiede gleich kommt, dass der Wagenkasten in Riemen an sogenannten Bockhölzern (Fig. 37) aufgehangen ist. Nach diesen kamen die Waggon-Coaches in Gebrauch mit festen Seitenwänden und Thüren, die sich endlich zu den Stage-Coaches (Stations-Kutschen) ausbildeten. Die Einführung der letzteren in England scheint sich von 1658 zu datiren [1]), die jedoch zufolge der damaligen schlechten Wege nicht sehr prosperirten, auch allerlei Angriffe von Solchen erfahren mussten, die sich durch derartige Transportmittel beeinträchtigt glaubten [2]).

Die Abbildung einer französischen Landkutsche von 1680 wurde bereits oben S. 45, Fig. 43 besprochen. Wie langsam und gefahrvoll das Reisen mit derartigem Fuhrwerke gewesen sein mag, erhellt u. A. aus einer Anekdote, die Ramée [3]) anführt.

Die königliche französische Post scheint sich zuerst nur zweirädriger Wagen (Chaise de poste de deux chevaux) zum Personentransport bedient [4]) und erst später die vierrädrigen Diligencen (Geschwindigkeitskutschen) in Anwendung gebracht

---

1) Philps a. a. O. p. 165.

2) Philps a. a. O. p. 168 erzählt, dass noch 1762 in London eine förmliche Agitation gegen die Stage-Coaches organisirt wurde, die insbesondere ausging von Gastwirthen, von Sattlern (weil man weniger zu Pferde reiste und weniger Reitzeug gebraucht wurde), Schustern, Bootführern etc. Wegen der damaligen elenden Beschaffenheit der Landstrassen geschah die Zurücklegung der Reiserouten mit unglaublicher Langsamkeit. So gebrauchte die Stage-Coach zwischen London und Exeter unter Karl II. (der von 1660 bis 1685 regierte) regelmässig vier Tage, um die 37⅓ deutsche Meilen (172 englische Meilen) lange Strecke bei steter Fahrt von Früh bis Abend zurück zu legen.

3) In der Histoire p. 149 wird Folgendes angeführt: „Sous le règne de Louis XIV, voyager était une grosse affaire, et l'on mettait un temps long et précieux à franchir de petits parcours. Voici un fait très-curieux et qui s'est passé en 1663. La Fontaine étant parti pour la Limousin, écrivait à sa femme deux jours après son départ de Paris: „J'ai tout-à-fait bonne opinion de notre voyage; nous avons déjà fait trois lieux sans mauvais accidents, sinon que l'épée de Mr. Jennart s'est rompue. Présentement nous sommes à Clamart, au-dessous de cette fameuse colline où est situé Meudon; là, nous devons nous rafraîchir deux ou trois jours."

4) Abbildungen finden sich in Garrault's „Bourrelier est Sellier" (1774) Taf. 9 und 14, auch bei Rubo Taf. 214.

zu haben, worin man zwar bequemer, jedoch immer nur verhältnissmässig langsam reisen konnte[1]). Die sogenannten Eilwagen (Velocifères, Céléries) wurden erst am Anfange dieses Jahrhunderts eingeführt.

In Deutschland scheint man Personenposten erst nach dem dreissigjährigen Kriege organisirt zu haben. So legte man z. B. 1640 einen solchen Postwagencours zwischen Hildesheim und Bremen über Hannover an, diesem folgte 1683 ein Postwagen zwischen Leipzig und Dresden, ferner zwischen Heilbronn und Heidelberg, 1686 zwischen Nürnberg und Hof, so dass bereits 1705 fast alle grösseren Städte Deutschlands Personenpostverbindungen hatten.

Die hierbei benutzten Postkutschen, auch nach der Farbe ihres Anstrichs gelbe Kutschen, blaue Kutschen etc. genannt, hatten Wagengestelle ähnlich der Abbildung Fig. 43. Der Kasten sass auf den Achsen fest, während im inneren Raume desselben Sitzbänke in Ketten oder Riemen aufgehangen, die Seitenwände aus Leinwand gebildet waren, u. dgl. m.

Sogenannte Eilwagen (Personen-Schnellposten) wurden zwar in Deutschland bereits 1805 von dem Thurn- und Taxis'schen Oberpostamte in Frankfurt a. M. am Oberrhein eingeführt[2]), fanden jedoch erst nach Beendigung des Napoleon'schen Continentalkrieges allgemeine Verbreitung, in welcher Beziehung sich in Preussen von 1821 ab der Oberpostmeister v. Nagler, in Oesterreich seit 1824 der Hofpostsecretair v. Ottenfels und Andere in den übrigen deutschen Staaten verdient machten.

Mehr oder weniger hatte man bei der Construction aller dieser Eilwagen die französischen Malle-Posten (Coupées jaunes

---

1) Ramée erzählt (a. a. O. p. 151), dass die Diligence zwischen Paris und Lyon (welche acht Personen fasste, in Federn etc. hing) im Winter sechs Tage, im Sommer fünf Tage brauchte, um diese Tour zu durchlaufen. Der Preis eines Platzes (wahrscheinlich gegen Ende des vorigen Jahrhunderts) betrug 100 Livres (Franken).

2) Die Familie Thurn und Taxis hat sich um die Gestaltung und Vervollkommnung des deutschen Postwesens überhaupt grosse Verdienste erworben. Die erste den Namen Post führende Anstalt richtete Roger I. von Thurn und Taxis in Tyrol ein. Sein Sohn Franz führte 1506 (auf Maximilian's I. Verlangen) eine Reitpost von Brüssel nach Wien ein und wurde zum Generalpostmeister ernannt. Unter Kaiser Karl V. (1545) erhielt Bernhard von Taxis die Bestallung als Reichsoberpostmeister etc. etc.

1819)[1]) und die Wagen (Diligences) der Pariser Messageries Royales und Lafitte[2]) (1820) zum Muster genommen, deren Grundgestalt wieder an die bereits früher zu hoher Vollendung gelangten englischen Stage-Coaches erinnerte.

Der Verfasser lässt hier zwei Abbildungen folgen, wovon die erstere Fig. 56 der bereits wiederholt erwähnten Sammlung im Museum des kaiserl. deutschen General-Postamts in Berlin entlehnt ist und einen Wagen der „Entreprise générale des Messageries Royale" in Brüssel darstellt, eine Fahrgelegenheit, welche der Verfasser bei seiner ersten Reise von Belgien nach Frankreich, im Jahre 1837 als Impériale-Passagier benutzte.

Man erkennt in der Abbildung, das Aeussere der ganzen Wagenconstruction und insbesondere recht deutlich, dass der Wagenkasten bereits auf sehr wohl angeordneten Quer- und Lang-Federn ruht, dass ferner als Bremsmittel der Wagenräder der bei unseren jetzigen Landstrassen-Frachtwagen noch immer gebräuchliche Hemmschuh vorhanden ist etc.

Die zweite Abbildung Fig. 57 (nach Philps a. a. O. p. 169) gestattet sich der Verfasser zugleich als Erinnerung an seine erste Reise (1851) in Irland mit einer der „Stage-Coaches" als „Outside-Passenger" aufzunehmen, welche damals noch, wegen noch nicht vorhandener Eisenbahn zwischen Belfast, Drogheda und Dublin den Verkehr vermittelten. Das Eigenthümliche dieses öffentlichen Personen-Fuhrwerkes, gegenüber der französisch-belgischen, besteht namentlich auch in der Verwendung edler mit elegantem Geschirr ausgestatteter Perde.

Um nichts Wesentliches unerörtert zu lassen, folgen hier noch einige Notizen über das zuerst in Paris (später in London) mit dem Namen „Omnibus" (Allwagen) bezeichnete Personenfuhrwerk. Die Zeit seiner Einführung wird verschieden angegeben. Nach dem Artikel „Omnibus" in Pierer's Universal-Lexikon sollen sie zuerst 1823 eingeführt worden sein, während Ramée (a. a. O. p. 162) 1828 als das Jahr bezeichnet, in welchem zuerst ein ge-

1) Abgebildet bei Ramée a. a. O. Taf. 7 (p. 158).

2) Abbildungen bei Ginzort Taf. 51 und 52. Ebendas. finden sich auf Taf. 50 Abbildungen verschiedener englischer Personen-Eilwagen, sowie Taf. 46 Abbildungen englischer Mail- (Brief-) Postwagen. Deharme (a. a. O. p. 103) giebt an, dass die Messageries royales der rue „Notre-Dame des Victoires" bereits 1775 errichtet worden wäre. Abbildungen der Wagen (Diligences) dieser Gesellschaft giebt Ramée (a. a. O. p. 164, Pl. 8) und ebenfalls Deharme (a. a. O., p. 103).

Fig. 56.



wisser **Baudry** die Erlaubniss erhielt, Omnibusse längs der Pariser Boulevards (Bastille, St. Martin, Madelaine) circuliren zu lassen.[1] Nachstehende Fig. 58 ist die Abbildung eines dieser Omnibusse, welche der

1) Oeffentliche Fuhrwerke (Carosses publics), scheinen in Paris zuerst im Jahre 1662 unter dem Namen „Voitures à cinq sous" aufgekommen zu sein, wenigstens veröffentlicht Ramée (a. a. O. p. 189) betreffende königliche Ordonnanzen für fünf verschiedene Linien. Im XVIII. Jahrhundert finden sich bereits (nach Lacroix XVIII. siècle p. 470) eine Art Omnibusse auf der Route Paris-Versailles in Anwendung, wobei der Wagenkasten seitlich offen war (cage dosier genannt wurde) und die der Hauptsache nach mit dem Fig. 41 abgebilbeten Fiacre übereinstimmten, jedoch zwanzig bis fünfundzwanzig Personen fassten und carabas genannt wurden. Ob-

Verfasser dem Ramée'schen Werke Pl. 10 entlehnte. In Irland,

Fig. 57



gleich majestätisch mit 6 Pferden bespannt, legte derselbe nicht mehr als 4 lieues

namentlich in Dublin, fand der Verfasser noch im Jahre 1861 sogenannte Wurst-Wagen als Omnibuse im Gebrauch, wo die Fahrgäste nach der Längenrichtung des Wagens, zu beiden Seiten mit einander zugekehrtem Rücken Platz nahmen. Vor etwa einem halben Jahrhundert bediente man sich auch in Hannover noch derartiger Wurst-Wagen zu gesellschaftlichen Fahrzwecken.

Bei Deharme (Les Merveilles de la Locomotion, p. 110) wird mit dem Namen „Wourst" ein vierrädriger aus Deutschland stammender Jagdwagen bezeichnet, worin die Personen hinter einander rittlings (à califourchon) sitzen. Deharme liefert in Fig. 22 auch die Abbildung einer solchen Wourst.

Fig. 58.



Zusatz. Am Schlusse unserer geschichtlichen Einleitung über Fuhrwerke dürfte es die Vollständigkeit der Sache fördern, noch des einrädrigen Fuhrwerks, des Schiebkarrens oder Schiebebocks zu gedenken [1]), welcher ausschliesslich durch Menschen transportirt wird und in gewissen Fällen, bei geringeren Lasten und kurzen Förderstrecken, ein brauchbares, ja fast unentbehrliches Fuhrwerk ist.

---

in $6^1/_2$ Stunde zurück. Schneller fuhren andere zweirädrige Personenwagen, die man (spottweise) pot-de-chambre nannte, und die obwohl nur für 5 Personen bestimmt, dennoch zuweilen 9 bis 10 Personen aufnehmen mussten. Letztere Wagengattung ist dieselbe, welche noch heute mit dem Namen „Coucou" bezeichnet und wovon Ramée Pl. 9 eine sehr hübsche Abbildung liefert.

1) Die Benennung Schiebkarren setzt das Vorhandensein eines am Boden und an vier Seiten geschlossenen Gefässes (eines oben offenen Kastens) voraus, worin die zu transportirenden Massen Platz finden. Schiebebock wird (gewöhnlich) der Karren dann genannt, wenn ein solcher Kasten fehlt und nur ein aus Bäumen, Leitern, Riegeln u. s. w. gebildetes Gestell, mit einem bis über das Rad reichenden Bocke vorhanden ist, welcher den zu transportirenden Körpern als Stütze dient, oder woran diese in geeigneter Weise befestigt werden können.

Merkwürdiger Weise finden sich weder bei den Aegyptern, Griechen noch Römern auch nur Andeutungen einrädriger Fuhrwerke, während doch anzunehmen sein dürfte, dass die Erfindung desselben nach der Zeit der zweirädrigen Wagen sehr nahe lag. Letzterer Umstand bestimmt zu dem Schlusse, dass der Schiebkarren gewiss eines der ältesten Fuhrwerke ist, was auch dadurch bestätigt wird, dass er u. A. in China seit undenklichen Zeiten bekannt ist [1]). Zur Unterstützung und zur Erleichterung des Transportes solcher Schiebkarren bedient man sich in China der Segel und zwar so häufig, dass Lord Macartney bei seiner Reise in China [2]) die Ueberraschung schildert, als er zuerst eine Flotte von Segel-Schiebkarren erblickte [3]).

Die älteste zuverlässige Abbildung eines Schiebkarrens (richtiger eines Schiebebocks), welche der Verfasser aufzutreiben vermochte, zeigt Fig. 59. Sie ist dem Violet-le-Duc'schen Werke: „Dictionnaire raisonné du Mobilier Français" (p. 407) entnommen, wobei sich zugleich ergiebt, dass sie sich in einem 1393 in Paris erschienenen und unten näher bezeichneten Werke befindet [4]). Hiermit erklärt sich auch die unrichtige Behauptung mancher französischen Schriftsteller, dass Pascal (geb. 1623, gest. 1662) der Erfinder des Schiebkarrens sei [5]).

Fig. 59.



Sehr vollständige Abbildungen der in Frankreich und England gebräuchlichen Schiebkarren finden sich im Art. „Brouette" (Tome 4, p. 328) der Moll'schen Encyclopédie de l'agriculture, sowie in der 2. Auflage von Hamm's „Landwirthschaftl. Geräthe und Maschinen Englands", S. 538 bis 542.

1) Ginzrot Bd. 4, S. 1 nach einem Werke: „Reise der Gesandtschaft der indisch-holländischen Compagnie", Th. 1, S. 94.

2) An authentic account etc. Ein Werk über China, welches bereits S. 8 Bd. 2 erwähnt und benutzt wurde.

3) Alle Schiebkarren waren von der nämlichen Grösse, jeder hatte einen kleinen Mast, der vorn am Karren befestigt war, ein Segel aus einer Binsenmatte oder aus Leinwand gebildet (6 Fuss hoch, 3 Fuss breit), sonst Alles gerade wie bei einem chinesischen Schiffe angeordnet. Abbildung eines solchen Karrens liefert Ginzrot Bd. 4, S. 145, Fig. 1.

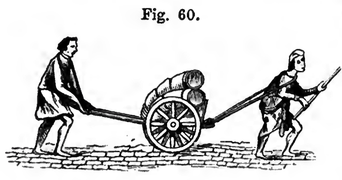
4) „Le Ménagier de Paris composé vers 1393 par un Parisien pour l'éducation de sa femme". Publ. pour prem. fois par la Soc. des Bibliop. franç. 2 Vol. 1857.

5) Moll: Encyclopédie pratique de l'Agriculture", Tome 4, p. 329, Art. „Brouette".

In demselben alten Werke befindet sich auch die hier folgende Fig. 60, welche einen zweirädrigen Handkarren darstellt, den man nach Art der einrädrigen Handkarren oder eigentlichen Schiebkarren transportirte und der von Vielen als der Schiebkarren der Römer (Birota), von den Franzosen mit dem Namen „Brouette-Camion“ [1]) bezeichnet wird. Die Birota der Römer lässt die Behauptung als sehr wahrscheinlich erscheinen, dass ursprünglich alle diese Schiebkarren und Schiebböcke zweirädrig gewesen sind.

Als eine abermalige Bestätigung des alten Sprichwortes: „Es giebt wenig Neues unter Gottes Sonne“, kann hierbei angeführt werden, dass in Dr. Hamm's „Agronomischer Zeitung“ vom 10. September 1858 (S. 583) in einem mit „Ueber den Schiebkarren und seine verbesserte Construction“ überschriebenen Aufsatze der alte zweirädrige Karren (Fig. 60) als neuer Erdschiebkarren bezeichnet und in mehrfach modificirter Weise durch (sechs) Abbildungen erläutert [2]) und demselben sehr eifrig das Wort geredet wird.

Fig. 60.



Nachstehende Fig. 61 zeigt eine einrädrige vorzugsweise aus Bambus hergestellte Karrensorte, welche noch gegenwärtig in China als Strassendroschke (street-cab) gebräuchlich ist [3]). Bei der Zähigkeit, womit die Chinesen ihre Sitten und wahrscheinlich auch Geräthe und Maschinen zu bewahren pflegen, dürfte dieses Personen-Fuhrwerk als ein, seiner Art nach, sehr altes zu bezeichnen sein. Aus der Abbildung erkennt man ohne Weite-

---

1) Moll a. a. O. p. 332.

2) Die charakteristische Stelle des betreffenden Aufsatzes lautet (a. a. O. S. 583): „Die Construction des neuen Erdschiebkarrens ist äusserlich durchaus die gleiche, wie diejenige des gewöhnlichen Schiebkarrens, bis auf dessen einziges vorn laufendes Rad, welches hier durch ein Räderpaar unterhalb des Kastens und etwas vor dem Schwerpunkte der Last ersetzt ist.“

3) The illustrated London News vom 28. October 1876, p. 411, unter der Ueberschrift „A Shanghai Street Cab (Wheelbarrow). In Nr. 14, Bd. XXX, der Zeitschrift für Länder- und Völkerkunde „Globus“ findet sich S. 212 die ganz ähnliche Abbildung eines derartigen chinesischen Schubkarrens, welche noch gegenwärtig in den Strassen Pekings als Räderfuhrwerke für Personen gebräuchlich sind.

res, dass die Sitze zu beiden Seiten des einzigen sehr hohen Rades angebracht sind und dass man wahrscheinlich am vordersten Riegel, dem Führer zur Hand, verschiebbare (oder verstellbare) Ge-



Fig. 61.



wichte placirt, womit man die Ungleichheit der links und rechts vorhandenen Last zu balanciren sucht. Ein vorn niederhängender, mit Gewichten belasteter Draht dient vielleicht nur dazu, zu verhindern, dass herabhängende Kleidungsstücke vom Rade erfasst werden. Offenbar eignet sich dieses einrädrige Fuhrwerk, trotz seiner Unbequemlichkeit, immerhin recht gut für die meist im äusserst schlechten Zustande befindlichen Strassen der chinesischen Städte.

Schliesslich werde noch auf ein Fuhrwerk aufmerksam gemacht, was schon im Mittelalter (funfzehntes Jahrhundert) zum Transporte kleiner Fässer in Bierbrauereien in Anwendung gewesen ist und einem Schiebebocke ohne Rad gleicht, eigentlich eine zweiarmige Handschleife ist. Lacroix liefert in dem

unten bezeichneten Werke eine hübsche Abbildung davon [1]). Nach Wissen des Verfassers werden derartige Schleifen auch an mehreren Orten Deutschlands zum Stallmisttransporte von Gärtnern und Landleuten benutzt. Zu den räderlosen Fuhrwerken gehören endlich auch noch die sogenannten Heuschleifen, Norfolker Rapsschleifen (Norfolk rape sledge), ferner das sogenannte Muldbrett (Mould board), von welchen letzteren Fuhrwerken namentlich Dr. W. Hamm in seinem vorher citirten Werke über „Die landwirthschaftlichen Maschinen und Geräthe Englands" berichtet [2]).

§. 5.

Strassenfuhrwerke der Gegenwart.

A. Lastfuhrwerke [3]).

Vom Schiebkarren abgesehen, lassen sich alle Strassenfuhrwerke der Gegenwart im Allgemeinen in zwei- und vierrä-

---

1) Moeurs, Usages et Costumes au Moyen-Age, p. 39.

2) S. 519 unter der Ueberschrift „Gespannfuhrwerke ohne Räder".

3) Literatur: Gerstner, Handbuch der Mechanik, 1833, Bd. 1, S. 571, behandelt zwar vorzugsweise die Theorie der Fuhrwerke in höchst einfacher, sachgemässer Weise, enthält jedoch auch beachtenswerthe praktische Winke. — Migout et Bergery, Essai sur la théorie des affuts et des voitures d'Artillerie, Paris 1836, deutsch vom preuss. Artillerielieutenant Hoffmann, Magdeburg 1840. Eine der besten und vorzüglichsten Arbeiten über Fuhrwerke, welche weit über die Grenze der Kriegsfuhrwerke hinausgeht. — „Die Construction des beweglichsten Fuhrwerkes" nach neuen Ansichten für Artilleristen, Wagenfabrikanten und andere Techniker. Von einem preuss. Artillerieofficier, Berlin 1842. Ein Buch, welches manche werthvolle Bemerkung enthält, dessen Theorien jedoch sehr viel zu wünschen übrig lassen und an manchen Stellen sogar auf Resultate führen, welche völlig im Widerspruche mit allen bis jetzt gemachten Erfahrungen stehen. — Karmarsch und Heeren, Handbuch der Gewerbekunde, Bd. 1, Art. „Fuhrwerke". In der 2. Aufl. (1854) von Rühlmann bearbeitet, jedoch mit Benutzung desselben (von Glünder verfassten) Artikels der 1. Aufl. (von 1842). — Dr. Hamm, Die landwirthschaftl. Maschinen und Geräthe Englands. 1. Aufl. 1849, 2. Aufl. 1858. In beiden Auflagen sind die Abschnitte „Transportgeräthschaften" sehr gut behandelt. — Möser und Fink, Musterzeichnungen für Techniker, dritte Abtheilung „Wagnerarbeiten". Darmstadt 1848. Die 15 grossen Foliotafeln müssen als die besten ihrer Art bezeichnet werden. Schade, dass nirgends Maasse eingeschrieben sind und die Bearbeitung des Textes zu wünschen übrig lässt. — Scott-Burn, The Book of Farm Implements and Machines. London 1858. Die Artikel „Carts" und „Waggons" §. 1363 bis mit §. 1451 enthalten manches Werthvolle über englische Ackerfuhrwerke. — R. Nobis; Die Theorie des Fuhrwesens. Danzig 1850. Behandelt vorzugsweise die ländlichen Arbeitswagen und zwar höchst klar und bündig (61 Octavseiten). — Moll, Encyclopédie (Tome 4, Paris 1861). Art. „Chariot" p. 669 und „Charette" p. 712

drige unterscheiden[1], sowie ferner in Last- und in Luxusfuhrwerke. Das zweirädrige Lastfuhrwerk pflegt man gewöhnlich Karren zu nennen.

Die vierrädrigen Lastfuhrwerke oder Wagen kann man auch als Vereinigung zweier Karren (als Doppelkarren) betrachten. Hiernach schliesst der vierrädrige Wagen den Karren mit in sich und besprechen wir deshalb hier den Wagen zuerst.

Wie bei Fuhrwerken überhaupt unterscheidet man auch bei den Lastfuhrwerken (Wirthschaft-, Land- oder Ackerfuhrwerken) das Untergestell oder den Unterwagen von dem Obergestell oder dem Oberwagen.

Da die Leistung eines jeden Fuhrwerkes hauptsächlich vom Untergestell bestimmt wird, so mag dies zuerst besprochen werden.

Wie schon angedeutet, besteht das Untergestell des vierrädrigen Wagens aus zwei Hauptkörpern, dem Vorderwagen (Vordergestell) und dem Hinterwagen (Hintergestell).

Der Vorderwagen wird gebildet (Fig. 62, Grundriss) von den beiden Rädern *a a*, der eisernen Achse *b b* (um welche erstere laufen) und dem hölzernen Achsstocke oder Achsholz *c c*, woran *b b* befestigt ist. Auf dem Achsholze liegt der Achsschemel (auch Schale genannt), während zwischen beiden die Deichselarme *f f* hindurchgehen, welche vor der Achse die Scheere *i i* zur Aufnahme der Deichsel *h* bilden. Hinter der Achse gehen die Arme *f f* gehörig weit auseinander und sind endlich nahe den Enden durch einen Querarm *g* verbunden, welcher das Reib-, Lenk- oder Drehscheit genannt wird. Durch letztere Anordnungen wird dem Vorderwagen eine selbständige Seitenbewegung (Drehung) gesichert.

---

sind lesenswerthe elementar gehaltene Arbeiten. — Welkner (Obermaschinenmeister in Göttingen), über Landfuhrwerke. Vortrag im Conservatorium der landwirthschaftl. Akademie Göttingen-Weende. Abgedruckt in Henneberg's „Journal für Landwirthschaft", Jahrg. 1861 (Bd. 6), S. 196. Populär, übersichtlich behandelt. — R. Roerdansz, Theorie der Kriegsfuhrwerke, Berlin 1863. Enthält mehr als der Titel besagt und auch nicht bloss (sehr einfache) Theorien, sondern vielfache (werthvolle) praktische Bemerkungen. — R. Wille (Hauptmann in der königlich preuss. Fussartillerie), „Das deutsche Feld-Artillerie-Material vom Jahre 1873", Berlin 1876. In diesem überhaupt empfehlenswerthen Buche wird, von S. 33 an, der Räder der Geschütz-Laffetten entsprechend gedacht. Ueber die Anfertigung des Rades handelt ein Abschnitt im Leitfaden der „Allgemeinen Maschinenlehre und der artilleristischen Technologie" desselben Verfassers (Berlin 1875), welcher die Paragraphen 50 bis mit 54 umfasst und die Ueberschrift trägt: „Die Anfertigung des Rades der Feldartillerie".

1) Dreirädrige Fuhrwerke sind seltene Ausnahmen der Regel, noch seltener sind sechs- und achträdrige.

Unter oder auf der Deichsel wird (je nach der Radhöhe) mittelst eines verticalen Bolzens der grosse Schwengel (Klippschwengel xx, auch die Waage genannt) befestigt, woran man weiter die kleinen Schwengel, die Zug- oder Ortscheite yy hängt, die endlich zum Anbringen der Zugstränge zz dienen.

Der Schwengel ist entweder feststehend oder beweglich. Im ersteren Falle wird er Sprengwaage oder Steifschwengel (Brake), im letzteren Schleppschwengel genannt.

Fig. 62.

Bei ungeübten Fuhrleuten verschafft der Steifschwengel dem Fuhrwerke einen gleichmässigeren, stetigeren Gang, abgesehen davon, dass er haltbarer ist und das Lenken schneller geschehen kann. Sehr oft lässt man beim Steifschwengel die Ortscheite ganz weg und spannt die Pferde unmittelbar an ersteren, was jedoch den Nachtheil mit sich führt, dass jeder Stoss des Rades dem Kummet etc. mitgetheilt, die feste Lage des letzteren gestört und überdies das Rippengewölbe des Pferdes bedeutend angegriffen wird.

Der Hinterwagen besteht wieder aus den beiden Rädern $a'a'$, den Achsen $b'b'$, dem Achsholze $c'c'$. Ueber letzterem und damit fest verbunden befindet sich gewöhnlich wieder ein passendes, gleich langes, ebenfalls zur Verstärkung dienendes Holz, die hintere Schale oder der hintere Achsschemel.

Zur Verbindung des Hinterwagens mit dem Vorderwagen dient der Langbaum k. Derselbe ist hinten zwischen dem Achsholze und der Schale befestigt und durch einen von der Mitte nach hinten reichenden, darüberliegenden Baum verstärkt, der sich beim Durchgehen durch $c'c'$ in zwei Arme ll theilt.

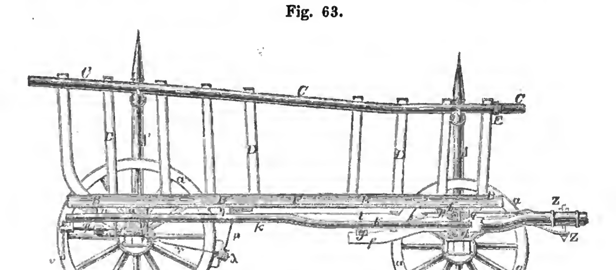
Im Vorderwagen geht der Langbaum durch Achsholz und Schemel oder Schale frei durch und wird daselbst zur Herstellung der Verbindung von einem durchgesteckten Bolzen, dem Spann-, Schliess- oder Reibnagel r, entsprechend gehalten. Um letzteren Bolzen ist zugleich dem Vorderwagen eine geeignete Drehung gestattet.

Vervollständigt wird Anordnung und Ausführung aller bis jetzt besprochenen Theile, wenn wir uns zur Betrachtung eines in Fig. 63 bis mit 66 ($^1/_{48}$ der wirklichen Grösse) abgebildeten neueren Ackerwagens (von Schmidt in Erfurt) wenden.

Nach dem Vorausgegangenen bedarf es wohl kaum der Erwähnung, dass

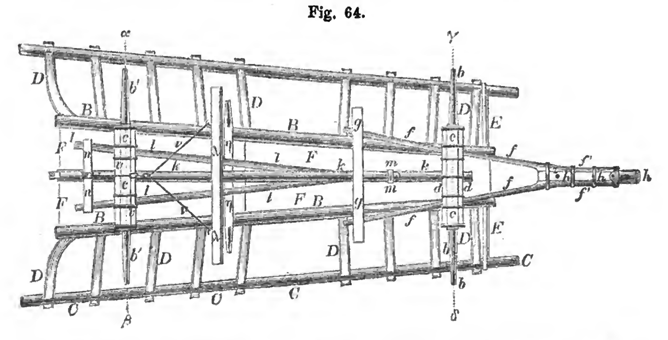
Fig. 63 den Aufriss und Längendurchschnitt des Wagens darstellt, Fig. 64 eine Ansicht von unten aus betrachtet ist, Fig. 65 aber den Vorderwagen und endlich Fig. 66 den Hinterwagen erkennen lässt. Die Durchschnittsrichtungen,

Fig. 63.



wonach die Fig. 65 und 66 gezeichnet sind, sind in Fig. 64 durch punktirte Linien $\alpha\beta$ und $\gamma\delta$ angedeutet. Die Vorderräder aa haben 3 Fuss 11 Zol

Fig. 64.



rhein. Durchmesser, die Hinterräder 4 Fuss 5 Zoll. Die Spurweite von Mitte zu Mitte beider Felgen gerechnet ist die in Preussen gesetzliche, nämlich 4 Fuss 10 Zoll rhein. [1]).

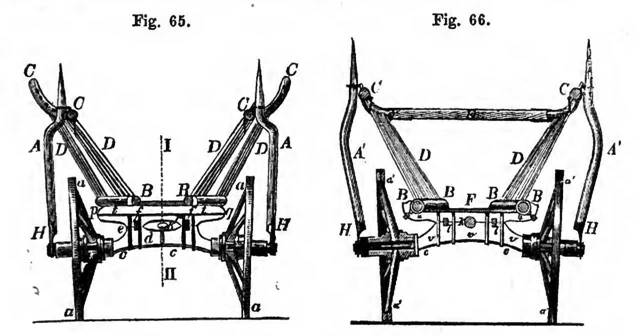
Zur Ergänzung der vorher, unter Zuziehung der Fig. 62 betrachteten Theile des Untergestelles wenden wir uns zuerst zum Vorder- und Hinterwagen.

1) In Hannover nannte man seiner Zeit Spurweite den unteren (auf dem Fussboden im Lichten gemessenen) Abstand beider Räder, und war derselbe gesetzlich zu 4 Fuss 10 Zoll hannov. oder 1,41 Meter vorgeschrieben.

Auf dem Achsholze *d* des Vorderwagens Fig. 65 findet man zunächst den bereits erwähnten Achsschemel *r r* (durch eiserne Bänder etc.) gehörig befestigt. Ueber diesem liegt aber noch ein drittes Holz *t*, der Wende- oder Lenkschemel (auch unter Umständen Rungeschemel genannt), der jedoch nur am Oberwagen befestigt ist, während der vordere Achsschemel *r*, wie schon hervorgehoben, mit dem Unterwagen unabänderlich verbunden ist. Zwischen Lenk- und Achsschemel (zwischen *t* und *r*) finden sich also die bei Drehung des Vorderwagens sich reibenden Flächen, welche man deshalb auch entsprechend mit Eisenblech belegt hat. Bei der gedachten Drehung verhindert zugleich der in Fig. 65 durch *I, II* angedeutete und in Fig. 63 ganz sichtbare Spannnagel jede unbeabsichtigte Verschiebung. Den Langbaum *k* nebst den beiden Drehscheiten *f f* erkennt man ohne Weiteres und vervollständigt durch Betrachtung sämmtlicher Figuren nach einander das, was Fig. 62 noch übrig liess.

In der Abbildung des Hinterwagens Fig. 66 ist das Achsholz mit *v*, die Schale oder der hintere Achsschemel mit *u* bezeichnet.

Fig. 65. Fig. 66.



Die Streben *l l*, Hinterarme genannt, sind, wie bereits angedeutet, Theile eines kräftigen Baumes *l m*, der deshalb an einem Ende etwa auf die Hälfte seiner Länge geschlitzt ist, mit diesen Aesten, wie Fig. 66 erkennen lässt, zwischen Achsholz und Hinterschemel durchgeht und zwischen letzteren beiden festgehalten wird.

Der vordere, ungeschlitzte Theil (der Achterblock, Achter-, Hinterkehr) läuft schliesslich über den Langbaum hinweg und wird nach vorn hin an seinem äussersten Ende *m* mit demselben fest verbunden. Vergleicht man dabei in Fig. 63 die Höhenlage des Vorderwagens mit der des Hinterwagens und beachtet gleichzeitig die eigenthümliche Biegung des Langbaumes *k* an der vorderen Hälfte nach unten, so leuchtet sofort ein, dass der Lenkschemel *t* zugleich dazu dient, dem Bretterboden oder Wagenbrette *F* eine horizontale Lage zu verschaffen[1]). Dieselbe Lage erhalten hierdurch auch die beiden

1) Gegen nachtheilige Durchbiegungen des Wagenbrettes *F* schützen geeignete Riegel oder Unterlagen.

Leiterbäume (Tragbäume) *BB*, zwei starke Rundhölzer (Bäume), die bei einem gewöhnlichen Lastwagen den Haupttheil des Oberbaues bilden und dann den besonderen Namen Schrotleitern erhalten [1]).

Bei dem speciellen Wagen (Ackerwagen) unserer Abbildungen sind *B* die unteren und *CC* die oberen Leiterbäume, die durch Spangen oder Sparren *DD* an beiden Seiten zu einer Art Leiter mit einander verbunden sind, und weshalb man auch dem ganzen Wagen den Namen Leiterwagen gegeben hat. Beide Leitern sind an unserem Wagen an den oberen Enden durch eine Art Zange *E* Fig. 66 vereinigt, die man Brille, Querscheit oder Schussbrett zu nennen pflegt.

Gestattet die Beschaffenheit der zu transportirenden Gegenstände keine durchbrochenen Wände, wie der Leiterwagen, wenn z. B. die Ladung aus kleineren Bausteinen (Ziegelsteine, Pflastersteine etc.), Kies, Kohlen, Wurzeln etc. besteht, so ersetzt man die Leitern gewöhnlich durch einen Kasten, d. h. man bildet aus Brettern und Verbandsstücken einen nur oben offenen, mehr oder weniger pyramidalen Raum, der an allen vier Seiten geschlossen und an der hinteren Querwand mit einem geeigneten Schieber ausgestattet ist. Gestützt werden diese Wände durch ausserhalb auf dem Wende- oder Lenkschemel befestigte Streben, gewöhnlich grosse oder ganze Rungen genannt. In letzterem Falle heisst man wohl auch den Wendeschemel die vordere Rungenschale (den Rungenschemel).

Während sich beim Leiterwagen die unteren Leiterbäume *BB* nach innen zu gegen das dicke Wagenbrett stützen, lehnen sie sich nach aussen hin an kurze hölzerne Pfeiler, Knaggen oder eiserne Bogenstücken, die man kleine Rungen nennt und die in unseren Abbildungen besonders Fig. 65 sichtbar sind. Eine fernere Verbindung erhalten die Leiterbäume (speciell bei unserem Wagen) durch in Fig. 66 sichtbare Schrauben, welche mittelst um *B* gelegter eiserner Ringe (Bänder) diese Bäume mit der Schale *u* fest vereinigen [2]).

Um bei unserem Wagen ausser den kleinen Rungen noch eine besondere Stützung der Leitern zu schaffen, hauptsächlich aber, um bei hochgeladenen Erntefuhren dem Drucke der über die Leitern hinausgehenden Last eine zweckmässige strebenartige Stützung in der Wagenachse zu verschaffen, hat man die entsprechend gebogenen dünnen Rundhölzer *AA'*, die Lünzstaken genannt, angeordnet, weshalb ihre unteren Enden mit eisernen Ringen versehen sind, um sie auf die Radachsen schieben und überhaupt eine Verbindung erzeugen zu können, welche vollständig aus der in $^1/_{12}$ wahrer Grösse gezeichneten Detail-Figur 82 erhellt. Die nothwendige Verbindung der oberen Enden dieser Lünzstützen *AA* mit den Leiterbäumen *CC* durch eiserne Ringe oder Ketten (statt

---

1) Grössere nach Maassstab gezeichnete Abbildungen solcher Lastwagen enthält das bereits oben citirte Werk von Möser und Fink, Taf. 389.

2) Unmittelbar über der Vorderachse sind die Bäume *BB* noch mit derartig kropfartig gebogenem starken Eisenblech ausgestattet, dass sie damit gleichsam auf dem Wendeschemel *t* reiten, letzteren zwischen die wellenförmig gebogenen Blechbeschläge klemmen und damit die Längenverschiebung der unteren Bäume am Vorderwagen ebenso vermeiden, wie die bemerkten Ringe und Schrauben am Hinterwagen.

hölzerner Querscheite) ist ebenfalls hinlänglich in den Figuren 65 und 66 angedeutet.

Um unseren Leiterwagen auch, auf Erforderniss, zum Kastenwagen umgestalten zu können, hat man demselben als besondere Zugabe vollständig aus Brettern gebildete Wände beigegeben, welche sich seitlich gegen die Leitern stützen, die man durch starke eiserne Riegel befestigt und wozu die Bäume B und C mit geeigneten Oesen versehen sind.

Es erübrigt jetzt noch auf die bei unseren Ackerwagen nicht fehlende Bremse (zur Sicherung beim Fahren auf ansteigenden Wegen) aufmerksam zu machen, welche den gemeinen Hemmschuh ersetzt. Es ist dies eine sogenannte Backenbremse (Bd. 1 (zweite Auflage) S. 475 und Bd. 2, S. 153), deren Backe (Bremsklotz) λ zunächst von zwei Eisenstangen μ getragen wird, die oberhalb an einem Riegel η (Fig. 64) aufgehangen sind, welchen man an die Streben ll geschroben hat. Zwei andere Stücke aus dünnem Rundeisen $\nu\nu$ (Fig. 63 und 64) verbinden den Bremsklotz λ mit einem horizontalen Eisenstabe π, der an einem Ende (rechts) hakenförmig umgebogen, am anderen mit einer Mutter versehen ist, deren Schraube φ mittelst eines Hebels in Umdrehung versetzt werden kann.

Da man die Möglichkeit einer fortschreitenden Bewegung der Schraube φ sorgfältig verhindert hat, so erhellt ohne Weiteres, dass beim Umdrehen derselben die zugehörige Mutter am Stabe π eine Verschiebung in horizontaler Richtung erfahren muss, wodurch die Bremsbacke λ entweder angezogen oder gelöst wird.

Von sonst in vorstehender Beschreibung nicht erwähnten Bezeichnungen unserer Abbildungen werde nachgetragen, dass m Fig. 64 ein Bandeisen ist, nn eine Zange für die Gabel (Hinterarme) ll und endlich z ein eiserner Bolzen ist, woran der Schleppschwengel befestigt wird [1]).

---

1) Der Wagen unserer Abbildungen (wie schon angeführt, aus der Fabrik von J. J. Schmidt in Erfurt) zeichnet sich nicht nur durch rationelle Anordnungen und Dimensionen überhaupt, sondern auch dadurch aus, dass er nach dem Princip der Arbeitstheilung hergestellt ist. Für 20 verschiedene Wagengrössen werden bei Schmidt alle Theile nach Schablonen verfertigt, deren Dimensionen nach Verhältnisszahlen sorgfältig bestimmt und nachher numerirt sind. Jedes solches schlecht oder lahm gewordene oder gar zerbrochene Stück lässt sich leicht ersetzen, da es sofort aus der Fabrik bezogen werden kann. Für die vorräthigen Holztheile erwächst dadurch noch ein anderer grosser Vortheil, nämlich der, dass sie sämmtlich aus sehr trocknem Holze bestehen, da auch deren Aufbewahrung in besonderen Lagerräumen geschieht. — Diesen Umständen zufolge dürfte es nicht unangemessen sein, den betreffenden Preiscourant der Schmidt'schen Fabrik hiernaeh abzudrucken, wobei bemerkt werden mag, dass der Wagen unserer Abbildungen der Nr. 16 angehört, also seine Tragfähigkeit 72 Centner ist.

Umstehender Preiscourant wurde dem Verfasser unterm 19. November 1876 mit der Bemerkung zugesandt, dass die Preise gegenwärtig um circa 15 Procent höher sind. Ein neuer Catalog (mit Metermaassen und in Reichsmark-Preisen), soll 1877 veröffentlicht werden.

Preis-Courant der Fabrik von J. J. Schmidt in Erfurt über Landwirthschaftswagen.

Nummer 1 bis 20 incl. nach eigenem einheitlichen System gebaut.

1.	2.	3.		4.						5.				6.		7.
Wagen-Nr.	Preis der Wagen ohne Austafelung und ohne Hemmvorrichtung. Complet	Ausserdem noch für eine am hinteren Ende des Langbaumes angebrachte Hemmschraube u. 2 Schleifbaum-Ketten am Mitte-Träger.		Zu dem Preise sub 2 treten noch hinzu für eine vollständige Hemmvorrichtung und zwar wenn die Hemmschraube angebracht wird: a. vorn an der rechten oder linken Seite der Leitor.		b. am hinteren Ende des Langbaumes.		c. auf der linken Seite mitten zwischen beiden Raden.		Ausserdem werden berechnet für Austafelung incl. erforderl. Beschlag, Anstrich der Tafeln u. Giebel mit Oelfarbe auf der äusseren und inneren Seite. a. für die Wagen-Bohle mit Verbandsleisten und Mutterschrauben		b. für die Seitentafeln, Hinter- und Vordergiebel.		Gewicht der Achsen pr. Stück.	Gewicht der Radreife durchschnittlich pr. Stück	Tragfähigkeit des Wagens unter Garantie.
	Thlr.	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.	Zoll-Pfd.	Zoll-Pfd.	Zoll-Ctr.
1.	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	2	8	8	4	5
2.	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	2	16	10	5½	7
3.	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	2	25	12	7	9
4.	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	3	9	15	9	11
5.	30	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	19	18	11½	13
6.	36	1	3	3	20	1	24	—	—	1	6	3	27	21	14	16
7.	39	1	4	4	—	1	26	—	—	1	12	4	14	26	17½	19
8.	43	1	5	4	10	2	—	—	—	1	18	4	24	31	22	22
9.	47	1	6	4	20	2	6	—	—	1	24	5	5	36	26	26
10.	50	1	7	5	—	2	10	—	—	2	—	5	27	42	31	32
11.	57	1	12	—	—	2	16	5	20	1	24	6	9	48	36	38
12.	63	1	14	—	—	2	20	5	26	1	28	6	21	54	40	44
13.	69	1	24	—	—	2	26	6	5	2	3	7	16	60	45	50
14.	75	1	26	—	—	3	—	6	12	2	8	7	28	68	49	57
15.	81	2	6	—	—	3	10	6	25	2	13	8	11	75	54	64
16.	88	2	10	—	—	3	15	7	2	2	18	9	9	83	58	72
17.	95	2	20	—	—	3	25	7	10	2	23	9	23	92	63	80
18.	102	2	24	—	—	4	—	7	16	2	28	10	7	100	68	88
19.	109	3	5	—	—	4	10	7	25	3	3	10	29	110	74	98
20.	116	3	10	—	—	4	15	8	4	3	8	11	13	120	80	100

Die Breite der Radreife ist von Nr. 11 aufwärts zu 2″ preuss. (52 Millimeter) berechnet; werden breitere Reife gewünscht, so tritt eine mässige Erhöhung der vorstehend stipulirten Preise ein.

Auf die Construction der Räder der Schmidt'schen Wagen kommen wir zurück, nachdem wir die bei Lastwagenrädern überhaupt vorkommenden

Fig. 67.

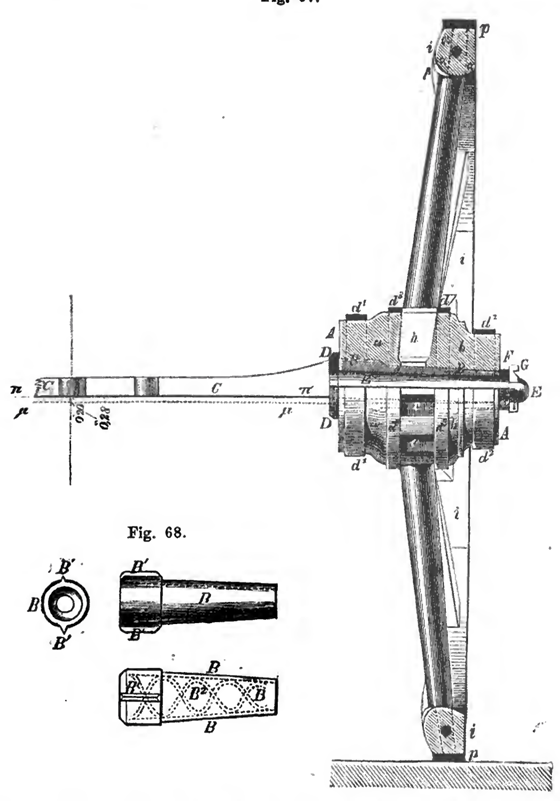


Fig. 68.

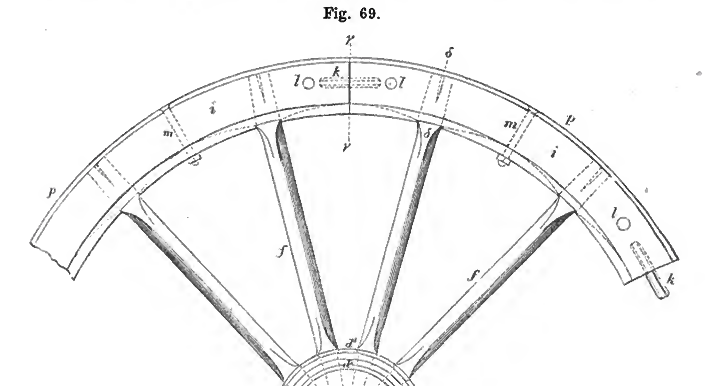
Theile und Benennungen besprochen und erörtert haben[1]), wozu die Figuren 67 bis 71 benutzt werden mögen, welche nach einer Sechspfünder-Laffette (der ehemaligen hannoverschen Armee) mit 5 Fuss hohen Rädern in $^1/_{12}$ wahrer Grösse gezeichnet sind.

1) In der Provinz Hannover betrachtet man zur Zeit die Wirthschaftswagen aus der Fabrik von H. Bäthmann in Hornburg bei Schladen als Muster

Wie alle besseren hölzernen Räder besteht auch das hier abgebildete Rad aus drei Haupttheilen, nämlich Nabe *A*, Speichen *f* und Felgen *i*.

Der mittlere, dickere Theil *ab* der Nabe Fig. 67, in welchen die Speichen *f* hineingetrieben sind, wird der Busch oder der Haufen genannt, die Löcher *c* für die Speichen, die Speichenlöcher oder Stemmungen, welche letztere durch den Busch ganz hindurchgehen. Der vordere Theil *bF* der Nabe heisst

Fig. 69.



Röhre, der hintere Theil *aD* der Stoss. Die Aushöhlung der Nabe der Länge nach heisst Nabenbohrung.

Jede Speiche (Fig. 70 im Detail) besteht aus dem Mittelstücke *f*, dem Zapfen *g*[1]) und dem Blatte *h*. Aus nachher zu besprechenden Gründen stehen die Speichen nicht normal auf der Nabenachse, sondern schief und zwar so, dass sie nach aussen hin geneigt sind und deshalb auch die Nabe eine solche Länge bekommen muss, dass eine Verticale von dem obersten Theile des Rades, ungeachtet aller Seitenbewegungen, noch stets durch die Nabe geht.

Diese Ueberlehnung der Speichen nach der äusseren Seite (Fig. 67) hin wird die Stürzung oder der Sturz genannt. Gewöhnlich beträgt sie auf jeden Fuss des Halbmessers 1 bis 1½ Zoll, und wird mit dem Gebrauche der Räder allmälig schwächer.

---

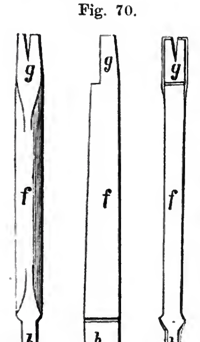
von Construction und Ausführung, Abbildung eines solchen Wagens und Preiscourant der Fabrik überhaupt, die unter anderen auch sehr gute eiserne Pflüge liefert, wurden dem Verfasser für die nächste Zeit zugesagt. Man sehe hierüber den Nachtrag Nr. 1 zu diesem Bande.

1) Bei Räderfuhrwerken zu friedlichen Zwecken gestaltet man (gewöhnlich) das obere Speichenende so, dass der Zapfen *g* in die Mitte zu stehen kommt.

Die Felgen i ohne den Beschlag oder Reifen p bilden den Kranz oder Ring des Rades. Eine Nabe mit eingetriebenen Speichen ohne Felgen nennt man Radbock. Das Auftreiben der Felgen heisst das Ringen des Rades.

Je zwei Felgen sind mit einem hölzernen Zapfen k (Fig. 69) verbunden, der innere überspähnige Theil an den Enden der Felgen wird Hasen genannt.

Fig. 70.



Die Bolzen m zur Befestigung des Reifens auf den Felgen nennt man Radbolzen.

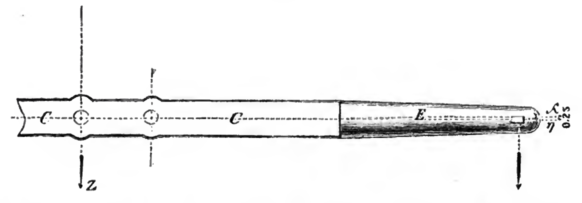
Um das Spalten der Felgen zu verhüten, befindet sich an jedem Ende derselben ein sogenanntes Felgenniet l (Fig. 69). Vorn und hinten ist die Nabe mit eisernen Bändern d^2 und d^1 versehen (den vorderen und hinteren Nabenbändern). Liegen solche Bänder vor und hinter den Speichen wie d^3, so heissen sie vordere oder hintere Buschbänder. Das Auftreiben der Räder wird das Binden der Nabe genannt.

In der Nabe befindet sich zur Lagerung der. Radachse die ganz hindurchgehende eiserne (selten bronzene oder messingene) Nabenbüchse B (Fig. 68).

Die schraubenförmigen Vertiefungen B^2 (hier eine zweigängige Schraube) in der Mitte der Büchse dienen zur Aufnahme der Schmiere und heissen deshalb Schmierkammern, die keilförmigen Vorsprünge B^1 derselben aber Nasen.

Die eiserne Achse (Fig. 67 und 71) besteht aus der Mittelachse C und den beiden Achsschenkeln E. Die Neigung der Mittellinie der Achsschenkel nach unten, d. i. $\pi\mu$ (Fig. 67) wird der Unterlauf (das Unterachsen), die abweichende Richtung $\lambda\eta$ derselben nach vorn (Fig. 71) aber der Vorderlauf

Fig. 71.

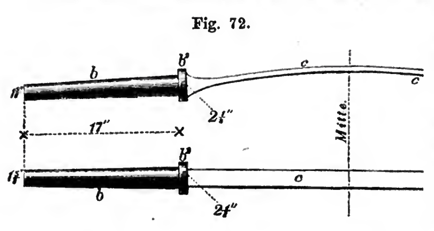


genannt[1]). Zwischen dem Achsschenkel E und dem Achseisen (Mittelachse) C befindet sich auf ersteren aufgetrieben die Stossscheibe D (Fig. 67 und 73), die sehr oft (oder gewöhnlich) einen aufgeschweissten Bund bildet und wovon die der Nabe zugekehrte ebene Fläche der Stoss genannt wird. Vor der Nabe steckt auf den Achsschenkeln die Lünzscheibe F und vor dieser, durch das Lünzloch des Achsschenkels, der Vorstecker, Splint oder der Lünz G.

1) Später kommen wir auf Unterlauf und Vorderlauf ganz speciell zurück.

Schliesslich verdient noch erwähnt zu werden, dass man den Raum zwischen der Oberfläche des Achsschenkels und dem Innenmantel der Nabenbüchse den **Spielraum**, sowie den Längenunterschied von Achsschenkeln und Nabe zwischen Stossscheibe (Stoss) und Lünz (Achsmutter) den **Anlauf** zu nennen pflegt.

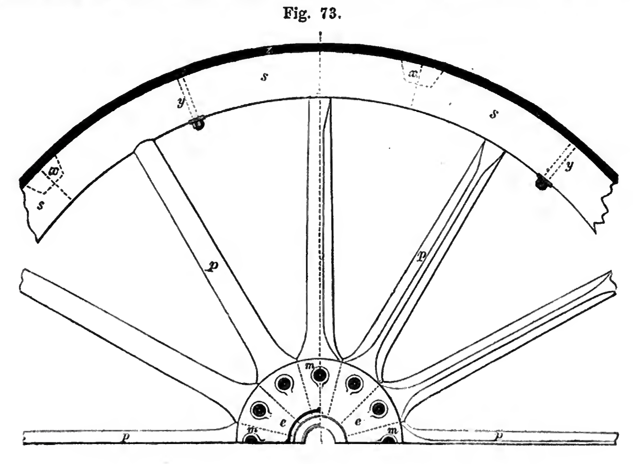
Fig. 72.



Seit dem Anfange der 60er Jahre verwendet namentlich die preussische Artillerie (und wahrscheinlich auch die österreichische) mit entschiedenem Erfolge Räder nach der Construction der Gebrüder Thonet in Wien, wovon der Verfasser bereits 1867 in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbevereins (a. a. O. S. 42), unter der Ueberschrift „Thonet's Speichenräder für schwere Fuhrwerke", Beschreibung und Zeichnung veröffentlichte.

Zuerst dürfte für gegenwärtigen Zweck hervorzuheben sein, dass das Principielle des Thonet'schen Rades hauptsächlich darin besteht, den mittleren, dickeren Theil der Nabe gewöhnlicher (hölzerner) Speichenräder, den Busch oder Haufen, ganz wegzulassen, diesen Theil in eigenthümlicher Weise durch die vergrösserten Nabenzapfen der Speichen zu ersetzen und die zur Lagerung der Radachse bestimmte metallene Büchse derartig mit Armscheiben zu versehen, dass diese Anordnung an die sogenannten Armscheiben bei der Construction verticaler Wasserräder, grösserer Schwungräder etc. erinnert. Nachstehende Abbildungen lassen die Anordnung der Thonet'schen Rad-Construction in ver-

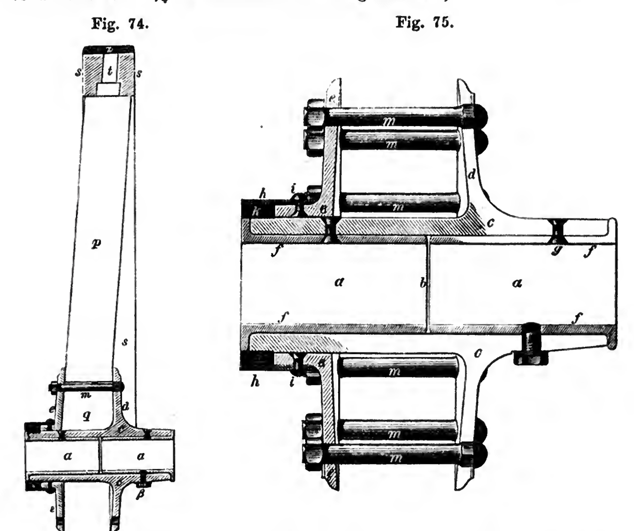
Fig. 73.



schiedenen Ansichten erkennen und zwar nach dem Muster des deutschen Feld-Artillerie-Materials vom Jahre 1873, wobei der äussere Raddurchmesser (einschliesslich des Reifens) 1400 Millimeter beträgt.

Die Fig. 73 und 74 sind in $^1/_{10}$, dagegen die betreffenden Detailfiguren 75 bis mit 80 in $^1/_4$ der natürlichen Grösse gezeichnet[1]).

Fig. 74. Fig. 75.



Von den gedachten, aus Bronze gegossenen Armscheiben von 228 Millimeter Durchmesser, wird die *cd* (rechts in Fig. 75 und Fig. 76) die äussere feste, dagegen die mit *e* bezeichnete (Fig. 77) die innere lose Scheibe genannt. Man erkennt sofort, dass die feste Scheibe *cd* mit der Röhre, in welcher der Achsschenkel der Radwelle läuft, aus einem Stücke gegossen ist, so wie dass sich im Innern der betreffenden Röhre zwei sogenannte Buchsringe *aaff* (aus Bronzehartguss) befinden, die man mittelst messingener Schraubennieten *g* befestigt hat. Die Buchsringe *aaff* haben an ihren äusseren Enden ringförmige Ansätze, welche die Endflächen der Röhren beim Fahren gegen Beschädigungen und Abnutzungen durch Stösse und Reibung an der Rohr- und Stossscheibe schützen[2]). Die lose Scheibe *e*, ebenfalls aus Bronze, ist auf das

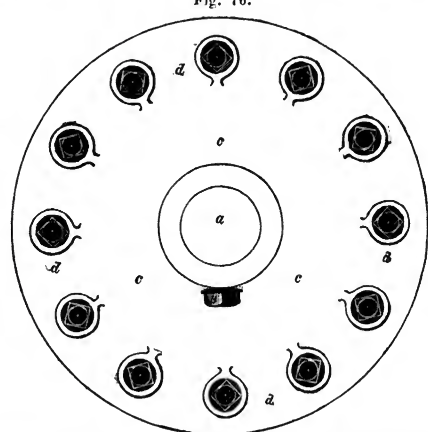
---

1) Wille, Das deutsche Feld-Artillerie-Material vom Jahre 1873 etc. Berlin 1876, S. 34. Die Figuren 73 bis mit 80 wurden vom Verfasser nach Spandauer Werkzeichnungen angefertigt.

2) Die Länge eines jeden der beiden Buchsringe beträgt 130mm, der freie Raum *b* zwischen ihren inneren Enden beträgt 2mm, die Totallänge also 262mm.

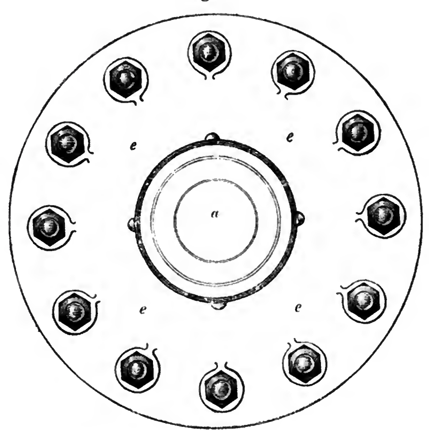
Stossende der Röhre lose aufgeschoben und trägt nach aussen hin einen kurzen cylindrischen Ansatz, an dem der schmiedeeiserne Kothring *h* mittelst vier

Fig. 76.



eiserner Nietschrauben *i* befestigt ist. In den zwischen *h* und *e* verbleibenden

Fig. 77.

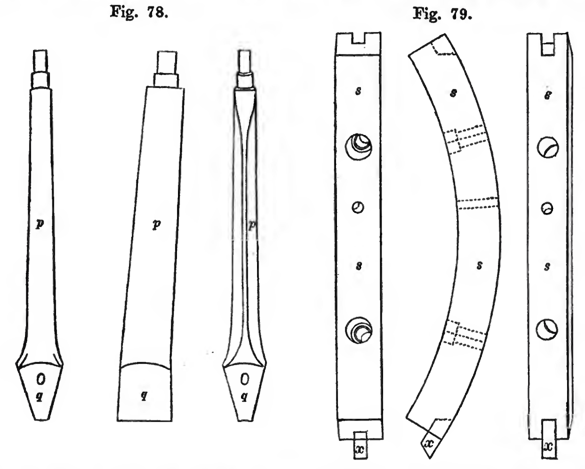


Im Lichten haben die Buchsringe 57mm Durchmesser, während ihr äusserer Durchmesser 68mm ist.

reien Raum *k* greift ein Ringansatz, welcher am Stosse des Achsschenkels angebracht ist und so Schmutz und Staub abhält [1]).

Beide Scheiben *cd* und *e* sind nahe dem Rande mit zwölf Löchern für eben so viel Nabenbolzen *m* versehen, durch welche sie unter sich und mit den

Fig. 78. Fig. 79.



unteren Enden *q* der Speichen *p* verbunden werden. Die Bolzenlöcher in der Scheibe *cd* sind vierseitig für den Vierkant, die der losen Scheibe *e* dagegen cylindrisch für den Schaft der Nabenbolzen.

Die zwölf hölzernen Speichen *pq* (jede 467mm lang) haben eiförmige, an der äusseren Seite geradlinig abgeflachte Querschnitte, wobei ihre grösste Breite (in Fig. 74, an der Stelle und in der Richtung des Bolzens *m* gemessen) 82mm, ihre grösste Dicke daselbst (über den Keilformen in Fig. 73 gemessen) 50mm beträgt. An den äussersten Enden hat man diese Speichen mit cylindrischen Zapfen von der Gestalt versehen, welche aus Fig. 78 erkennbar ist.

Die Stürzung der Speichen giebt unsere Quelle durch den Winkel an, den ihre Mittellinie mit einer durch die äussere Fläche des Felgenkranzes gelegten zur Nabenachse normalen Ebene bildet und zwar beträgt dieser Winkel $4\frac{1}{2}$ Grad.

---

1) Hauptmann Wille (a. a. O., S. 35 etc.) fügt hierzu noch Folgendes: „Während die Rohrscheibe das Rohrende der Nabe umfasst, greift der vorstehende Rand des Mitnehmerauges, beziehungsweise der Stossscheibe, in den Raum zwischen Kothring *h* und Stossende der Nabe ein. Dadurch, sowie durch die in die Rohr- und Stossscheibe, beziehungsweise das Mitnehmerauge nach Bedarf eingelegten (starken) Lederringe, wird ein so guter Abschluss erzeugt, dass der Spielraum zwischen Rohr und Stossscheibe, beziehungsweise zwischen Mitnehmerauge und Nabe nahezu ganz beseitigt wird.

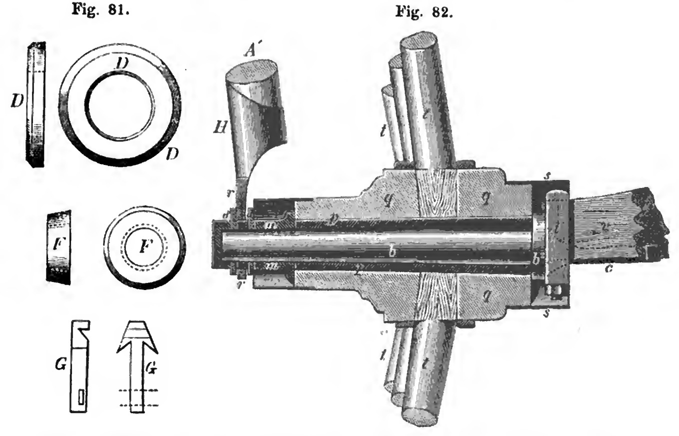
Der aus Rüstern- (auch Eichen- oder Eschen-) Holz gebildete Kranz s des Rades besteht aus sechs Felgen, wovon eine Fig. 79 besonders abgebildet ist. Ihre aneinander stossenden Hirnflächen sind durch starke eingelegte, trapezförmige Dibbel x (einer derselben Fig. 80 besonders abgebildet) gegen Verschiebung gesichert. Um den äusseren Umfang des Radkranzes hat man schliesslich eiserne Reifen z z (14^{mm} stark und 75^{mm} breit) gelegt und deren feste Verbindung (ausser dem Aufbringen im erhitzten Zustande) durch sechs kräftige Schraubenbolzen y gesichert.

Fig. 80.

Fig. 82 lässt erkennen, wie sich die hauptsächlichsten Rad- und Achsentheile am Schmidt'schen Ackerwagen (Fig. 63 bis 66) gestalten.

Auch hier ist ein conischer Achsschenkel b vorhanden (auf die Ursache dieser Form kommen wir nachher speciell zurück), jedoch ist die lose Stoss-

Fig. 81. Fig. 82.



scheibe D (Fig. 67 und 81) durch einen fest aufgeschweissten Bund b^2 ersetzt, ferner erkennt man die Verbindung des Achsholzes v mit der dünneren Mittelachse c (Fig. 72), welche Verbindung von sechs eisernen Bändern (Achsbügeln) l gebildet wird, die durch Schrauben gehörig gehalten werden und wobei man jedes Lochen der Achse sorgfältig vermeidet, um der erforderlichen Festigkeit nicht zu schaden. Die Mittelachse c ist dabei zum grössten Theile in das Achsholz v eingelassen, wie sich aus dem Vergleiche von Fig. 82 mit 72 ergiebt.

Gestalt und Abmessungen der ganzen Achse erhellen übrigens vollständig aus der Detailfigur 72.

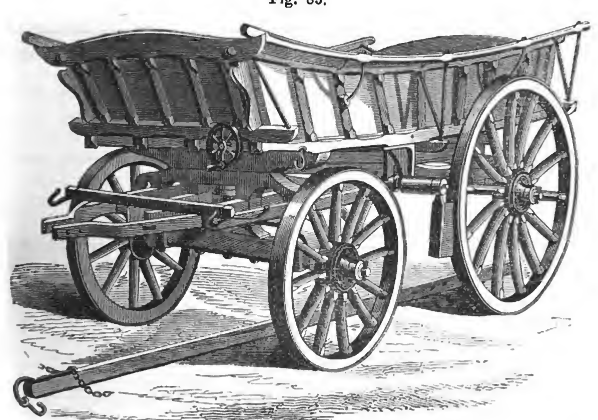
Die Nabe q mit der ausgedrehten gusseisernen Büchse p, sowie die Verbindung der ersteren mit den Speichen t etc. bedürfen ebenfalls keiner besonderen Erklärung.

Mit besonderer Sorgfalt hat man die Reibungsflächen zwischen Achsschenkel und Büchse vor Schmutz gesichert, indem man auf das äusserste

Schenkelende eine ebenfalls gut ausgedrehte eiserne Büchse m schob und deren Lage durch zwei Vorsteckstifte δ möglichst unveränderlich machte. Hierdurch erreichte man aber auch zugleich eine vortheilhafte Aufnahme des Ringes r, womit das untere Ende des Lünzstakens A' über das Achsschenkelende geschoben ist. Dass hierbei gedachter Ring r mit der Beschlaghülse H, worin man den hölzernen Lünzstaken befestigt hat, ein zusammenhängendes schmiedeeisernes Stück bildet, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Blechkappen s hinten am Stosse, sowie vorn über der Büchse m bilden fernere Schutzmittel gegen Staub und Koth.

Als Repräsentanten englicher vierrädriger Ackerwagen (Farm Waggons) kann man die Construction von Croskill in Beverley (Yorkshire, unweit Hull) betrachten, wovon Fig. 83 eine perspectivische Ansicht ist. Der Totaleindruck,

Fig. 83.



den dieser zweispännige Wagen auf den ersten Blick macht, ist zwar der der Plumpheit und Schwerfälligkeit, indess finden sich an demselben auch manche enpfehlenswerthe Einzelheiten [1]).

Zunächst sind die hölzernen Räder [2]) mit eisernen Naben aus Schaalenguss von ungewöhnlicher Härte hervorzuheben und besonders zu bemerken, dass zur Herstellung dieser Räder (mittelst Maschinen) ein so rationeller

1) Specieller beschrieben in Hamm, Die landwirthschaftl. Geräthe und Maschinen Englands, 2 Aufl., S. 450 und 502. Lesenswerthes über denselben Gegenstand findet sich auch bei Burn-Stephens, The Book of Farm Implements and Machinery §. 1447 (The English Farm-Waggon) und in Morton's A Cyclopedia of Agriculture, Article „Carriages" (p. 400 ff.).

2) Die Vorderräder sind in der Regel 3 Fuss 4 Zoll engl. hoch, die Hinterräder 4 Fuss 9 Zoll; erstere haben 12, letztere 14 Speichen.

fabrikmässiger Process eingeleitet ist, dass sie als das Vollendeste ihrer Art nach Construction und Arbeit betrachtet und deshalb (wenigstens früher) alljährlich zu Tausenden nach allen Weltgegenden versandt wurden.

Ferner ist das Radgestell ohne Langbaum construirt und wird deshalb die Vereinigung von Vorder- und Hinterwagen lediglich durch den kräftigen 10 bis 12 Fuss langen und 3 bis 4 Fuss breiten Kasten bewirkt. Letzterer ist längs seiner oberen Seitenränder mit starken Stangen (Ueberladsparren) versehen, die, durch eiserne Ständer und Streben gestützt, dazu dienen, eine Ausladung zu schaffen, um grössere oder umfänglichere Lasten aufnehmen zu können, als dies ohne eine derartige Anordnung möglich sein würde.

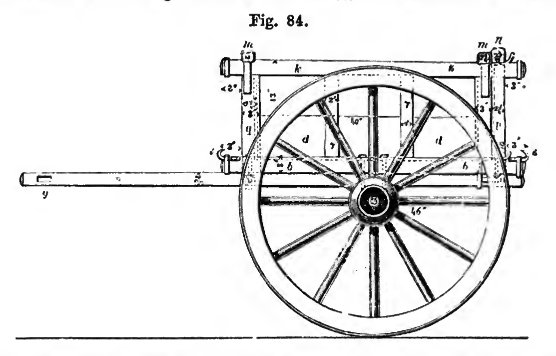
Das Weglassen des Langbaums und die sonst aus Fig. 83 erkennbare Anordnung von Vorderwagenschemel, Drehscheit etc., macht es thunlich, dass die Vorderräder ganz unter den Kasten laufen können und demgemäss Beweglichkeit und Drehbarkeit des Fuhrwerks so vortheilhaft wie möglich wird.

Die Sprengwage zum Anbringen der beiden Zugschwengel ist vorn auf dem vierarmigen Drehscheite befestigt. Die zugehörige Deichsel liegt herausgenommen in unserer Abbildung unter dem Wagen.

Eine letzte Specialität ist die Bremsanordnung der Croskill'schen Wagen. Wie aus Fig. 83 erhellt, hat derselbe eine sogenannte Backenbremse (an den Hinterrädern wirksam), deren Bewegung dem Gespannführer, durch Anbringung eines in unserer Abbildung vorn über den Wendeschemel am Wagenkasten sichtbaren Steuerrades, handrecht gemacht ist. Der Fahrknecht kann die Bremse lösen und anziehen, während er an der Langseite dem Wagen in entsprechender Weise folgt.

Zum Repräsentanten eines zweirädrigen Lastfuhrwerkes oder eines Karrens wählen wir den Fig. 84 bis 86 in circa $1/_{29}$ der wahren Grösse abgebilde-

Fig. 84.

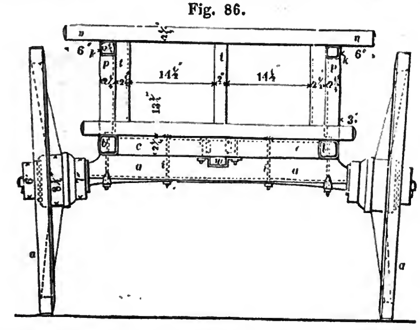


ten Handkarren [1]), welcher sich beim Erdtransporte des Baues hannoverscher Eisenbahnen und zwar beim Laufen auf Holzbohlen überall bewährt hat.

1) Nach Massstab ausgeführte Zeichnungen anderer Lastkarren finden sich in den Musterzeichnungen von Möser und Fink, Darmstadt 1848, Taf. 386. In

Fig. 85.

Fig. 86.



Das Untergestell, aus Rädern, Achse und Achsholz bestehend, wird nach dem Vorhergehenden keiner Erörterung bedürfen. Dagegen ist zu bemerken, dass das Obergestell aus einem Kasten besteht, welcher gebildet wird aus vier Langträgern, nämlich zwei Unterbäumen *bb*, zwei Oberbäumen *kk*, ferner aus zwei Querschwellen *cc*, zwei Querträgern *m m*, vier Eckscheiten (*p* hintere, *q q* vordere), vier Mittelscheiten *r r* an den Seitenwänden *d d* und einer Scheite *u* an der Vorderwand, endlich aus einem sogenannten Schütt (bewegliche Hinterwand zum Öffnen und Schliessen) mit drei Schüttscheiten *tt* und Ober- und Unterschüttriegel, wovon der erstere *nn* seitlich etwas weiter vorspringt als der Unterriegel, um das Anfassen beim Auf- und Niederschieben des Schütts zu erleichtern.

Die Deichselstange *v* läuft in zwei Bügeln *ww* und ist in letzteren derartig verschiebbar, dass man beim Wechseln des Zuges von vorwärts nach rückwärts den Karren nicht erst umzukehren braucht. Für diesen Zweck ist auch jedes Deichselstangenende mit einer besonderen Scheite *yy* ausgestattet,

---

der neueren Eisenbahnliteratur verdienen besonders folgende zwei Quellen für Hand- und Pferdekarren zu Zwecken des Bodentransportes bei Eisenbahnbauten empfohlen zu werden: Henz, Praktische Anleitung zum Erdbau Dritte Auflage von Streckert bearbeitet. Berlin 1874, S. 163 mit mehreren lithographirten Tafeln Abbildungen verschiedener Karrengattungen. — Handbuch der speciellen Eisenbahn-Technik. Herausgegeben von Heusinger von Waldegg, Bd. II, S. 609. Vor allem aber ist (auch der Theorien wegen) Heyne „Der Erdbau", Wien 1874, S. 95 etc. zu empfehlen.

sowie auch an den Querschwellen *cc* vorn und hinten Zughaken *zz* angebracht sind, um die ein Zugseil entsprechend befestigt wird. Der Durchmesser der Räder beträgt 4 Fuss 6 Zoll, die Achsschenkel haben $1^1/_4$ Zoll kleinste und $1^1/_2$ Zoll grösste Dicke und die Nabenbüchse $11^1/_4$ Zoll Länge[1]).

Schliesslich werde noch bemerkt, dass ein solcher Karren $10^1/_2$ bis 13 Cubikfuss hannov. Erde (je nach der Bodenart) fasst und die Transportgeschwindigkeit auf horizontaler Bahn $3^1/_2$ Fuss pro Secunde und bei Gefällen bis $^1/_{30}$ bis 4 Fuss Geschwindigkeit pro Secunde beträgt. Der Transport geschieht (bei Verwendung dieser Karren zu hannoverschen Eisenbahnbauten) auf Holzbohlenbahnen, wobei drei Mann einen Wagen bewegen. Für Aufenthalt beim Transporte am Auflade- und Abstürzorte werden für jede Fahrt $2^1/_2$ bis 3 Minuten gerechnet.

Fig. 87 zeigt noch einen sehr beliebten englischen Ackerkarren (für ein Pferd, welches in der Gabeldeichsel geht) aus der bereits erwähnten Croskill-schen Fabrik, dessen Ladungsfähigkeit dadurch bedeutend vergrössert ist, dass man über seinem Kasten sogenannte Ueberladeleitern (Raves) angebracht hat,

Fig. 87.



welche denselben besonders zum Einfahren der Ernte geeigneter machen. Uebrigens ist der Kasten noch so angeordnet, dass er sich nach Lösen eines Zapfens aus einem Stellbogen vermittelst eines Hebels mit Handgriff (der vorn in Fig. 87 angegeben ist) nach hinten zu um eine Achse drehen hann, wodurch ein theilweises oder gänzliches Niederlassen (Umkippen) des Karrenkörpers möglich gemacht wird. Hinsichtlich hierher gehöriger Details muss auf die unten citirten Werke verwiesen werden[2]).

Zusatz. Zur Vervollständigung dessen, was im Vorherstehenden über

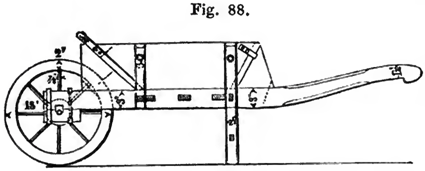
---

1) Sämmtliche Maasse sind hannoversche. 1 Fuss hannov. = 0,292 Meter = 0,930 Fuss preuss. = 0,958 Fuss engl.

2) Dr. Hamm a. a. O. S. 473 und Moll, Encyclopédie Tome 4, p. 713: „Charrette Croskill“.

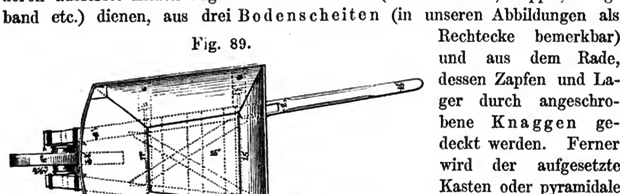
Lastfuhrwerke mitgetheilt wurde, beschreiben wir noch einen Schiebkarren, Fig. 88 bis 91 (in $^1/_{24}$ wahrer Grösse abgebildet), welcher sich beim Baue der hannoverschen Eisenbahnen besonders bewährt hat und ursprünglich einem englischen Muster entlehnt ist[1]).

Fig. 88.



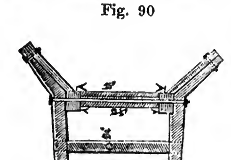
Es besteht ein derartiger Karren zunächst aus zwei Langbäumen (Karrenbäumen), deren äusserste Enden zugleich zum Anfassen (mit der Hand, Koppel, Tragband etc.) dienen, aus drei Bodenscheiten (in unseren Abbildungen als Rechtecke bemerkbar) und aus dem Rade, dessen Zapfen und Lager durch angeschrobene Knaggen gedeckt werden. Ferner wird der aufgesetzte Kasten oder pyramidale Trog aus zwei Seitenbrettern, einem Kopfbrette (über dem Rade) und aus einem Hinterbrette (dem Karrenschieber zugekehrt) gebildet.

Fig. 89.



Kopf- und Hinterbrett werden übrigens noch durch sogenannte Stützwinkel gegen die Karrenbäume verstrebt.

Fig. 90



Endlich ist noch auf die Beine und deren Befestigung aufmerksam zu machen. Ihre Verlängerungen nach oben geben zugleich Seitenstützen der Wandbretter ab (Fig. 90 im Durchschnitte sichtbar), sowie zwei fernere Stützen für die Seitenbretter vorhanden sind, deren Anordnung aus der Durchschnittsfigur 91 erhellt[2]).

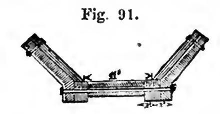
Diese Karren bieten durch die Neigung der Seitenwände nach aussen die Annehmlichkeit des leichten Umkippens und Entladens, sowie den Vortheil, dass der Schwerpunkt der Last dem Rade so weit nahe kommt, als es überhaupt räthlich ist, ohne

1) Nach Maassstab ausgeführte Zeichnungen von noch anderen Schiebkarren und Schiebeböcken finden sich in den „Musterzeichnungen für Techniker etc." von Möser und Fink, Darmstadt 1848, Taf. 384. Ebenfalls nach Maassstab ausgeführte sehr gute Zeichnungen verschiedener Schiebkarren finden sich auf Taf. IV des vorher citirten Werkes von Henz und Streckert.

2) In einem solchen Schiebkarren wird, je nach der Bodenart, 2 bis $2^1/_2$ Cubikfuss (hannov.) gewachsener Boden verladen. Auf horizontalem Boden, bei Accordarbeit, gutem Wetter und guter Karrenbahn beträgt die Geschwindig-

die Sicherheit des Karrenführers zu gefährden. Gewöhnlich bildet sich beim Erdtransporte durch die Art des Aufhäufens das Hebelverhältniss zwischen Kraft und Last von 3 zu 1, so dass letztere mit $^2/_3$ ihres Gewichts auf die Achse des 18 Zoll hohen Rades direct und die übrigen $^1/_3$ in die Hände des Mannes, und bei Anwendung eines Traggurtes, einer Tragkoppel etc. auf den Rücken desselben zu liegen kommen[1]). In solchem Falle würde sich also der Schwerpunkt der Gesammtlast in 18 Zoll von der Radachse befinden und die Hände des Arbeiters in 54 Zoll Entfernung von derselben Stelle. Längere Karrenarme erleichtern zwar den Arbeitern die Last, erschweren aber die Seitenwendungen und machen das ganze Transportgeräth überhaupt unbeholfen[2]).

Fig. 91.



In letzterer Beziehung ist u. A. ein im Jahre 1838 vom jetzigen Wegbaurathe Bokelberg in Hannover zum Transporte von Chausseebaumaterial eingeführter Karren[3]) zu erwähnen, wobei der Boden des Kastens, welcher den Ladungsraum bildet, über dem Rade placirt und so weit nach vorn (beinahe über das Rad hinaus) verlängert war, dass kaum $^1/_5$ der Last auf die Hände des Mannes drückte. Auf ebenem und fallendem Terrain bewährte sich dieser Karren so lange, als nicht zufällige Hindernisse das Gleichgewicht störten.

---

keit $3^1/_2$ Fuss (hannov.) pro Secunde; bei schlechtem Wetter etc. weniger. Beim Transporte auf Steigungen nimmt die Geschwindigkeit ab und beträgt ungefähr:

3,4 Fuss	bei einer Ansteigung von	1 : 30
3,3 „	„ „ „ „	1 : 20
3,2 „	„ „ „ „	1 : 16
2,7 „	„ „ „ „	1 : 12
1,9 „	„ „ „ „	1 : 8.

Als Zeitverlust beim Auf- uud Abladeplatze etc., bei jeder Fahrt, rechnet man zusammen 1 Minute. (Ein Cubikfuss hannov. = 0,0249 Cubikmeter. Ein Fuss hannov. = 0,292 Meter).

1) Bei Gelegenheit einer über die Nützlichkeit von Bremsvorrichtungen an Handkarren vom Ingenieur Ihssen geschriebenen Abhandlung (in der Zeitschrift des hannov. Architekten- und Ing.-Vereins Bd. 1, S. 263) wurde auch die Bestimmung des gedachten Hebelverhältnisses erforderlich. Es wog der leere Karren 77 Pfund, $2^1/_3$ Cubikfuss (mittlere Ladung) der eingenommenen Thonerde wogen 267 Pfund. Das Karrenrad wog 15 Pfund. Ferner hatte der Karren vom Radzapfen bis zum Angriffspunkte der Karrenbäume eine Länge von 4 Fuss 9 Zoll, und endlich betrug die zum Heben des Karrens nöthige Kraft 98 Pfund. Demnach war das fragliche Hebelverhältniss:

$$\frac{267 + 77 - 15}{98} = \frac{344 - 15}{98} = \frac{3,36}{1}.$$

2) In dem von Grandvoinnet geschriebenen Artikel „Brouette" (Schiebkarre) der Moll'schen Encyklopädie wird (Bd. 4, S. 330) das Verhältniss zwischen den Hebelarmen von Last und Kraft bei einem Erdtransportkarren (Brouette terrassière) zu $^1/_5$ angegeben, was gewiss unvortheilhaft zu nennen ist.

3) Mittheilungen des Gewerbevereins für das Königreich Hannover, Jahrg. 1838, S. 256.

Unvortheilhaft zeigten sich diese Karren (naturgemäss) bei ansteigender Bahn, so dass sie nach Wissen des Verfassers eine weitere Verbreitung nicht gefunden haben, ungeachtet der vergrösserte Ladungsraum (4 Cubikfuss) und die Annehmlichkeit der Entladung nach vorn (durch Aufheben der Karrenbäume) zufolge der fehlenden vierten Wand (nach dem Rade zu) hierzu hätte veranlassen können.

Ueber andere bewährte Schiebkarren, welche man bei preussischen Festungsbauten benutzte, handelt ein sehr gut geschriebener Aufsatz des Majors Prittwitz in Posen in der unten angegebenen Zeitschrift[1])

Ueber Schiebkarrenanordnungen für künstliche stark ansteigende schiefe Ebenen (Rampen) bei Eisenbahnerdarbeiten, wobei der Aufgang beladener Karren durch Pferde unterstützt wird und der den Karren führende Arbeiter vorzugsweise die Lenkung des Karrens zu besorgen hat, handelt Perdonnet in seinem unten citirten Werke[2]).

Ferner verweisen wir noch auf einen lesenswerthen Aufsatz des Bauraths v. Kaven in dem Notizblatte des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins (Bd. 2, Jahrg. 1852 bis 1853, S. 311), dessen Inhalt durch die Ueberschrift bezeichnet wird: „Ueber Leistungen des Menschen bei Karrentransporten auf der Horizontalen, sowie auf Steigungen und über die dafür zu zahlenden Preise.“

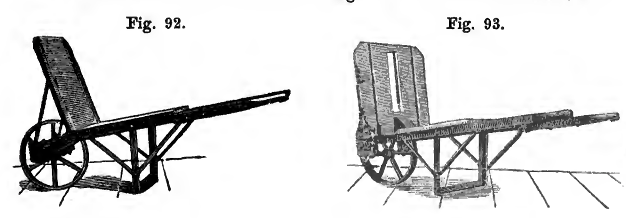
Das Neueste über einrädrige Fördergefässe, namentlich über die italienische Karre mit dreieckigem Kasten, findet sich (mit Abbildungen begleitet) in Heyne's Buche „Der Erdbau“. Wien 1874, S. 88.

Schliesslich folgen noch Abbildungen, Preisverzeichnisse und beachtenswerthe Notizen ganz aus Eisen construirter Schiebkarren etc., wie solche zur Zeit von zwei deutschen Fabriken geliefert werden, die dem Verfasser bereitwilligst geeignete Mittheilungen machten.

Die erste, die reichste Auswahl und grösste Vielseitigkeit bietende deutsche Fabrik eiserner Schiebkarren, dürfte die von C. Blumhardt auf Simonshaus bei Vohwinkel (Rheinprovinz) sein, weshalb diese vorausgeschickt werden mag. Der betreffende uns vorliegende, illustrirte Preiscourant verzeichnet nicht weniger als 33 verschiedene Modelle, zu deren vollständiger Mittheilung (leider) hier der Raum fehlt.

Der Verfasser muss sich daher auf folgende acht Formen beschränken.

Fig. 92. Fig. 93.



1) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen, Siebenter Jahrg. (1838), S. 154, woselbst der citirte Aufsatz die Ueberschrift trägt: „Ueber einige verschiedene Arten von Schiebkarren.“

2) Traité élémentaire des Chemins de Fer, Tome premier, 3. édit., p. 401.

Fig. 94.



Fig. 95.

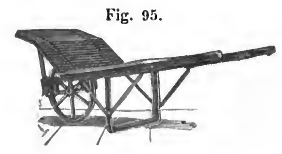


Fig. 96.

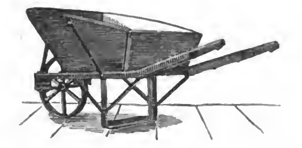


Fig. 97.



Fig. 98

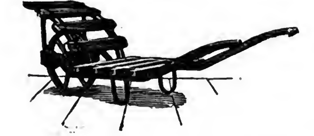


Fig. 99.

Betreffende Erläuterungen enthält nachstehende Uebersicht:

Figur	Name.	Eigen-gewicht in Kilogrm.	Aeusserste Trag-fähigkeit in Kilogrm.	Aeusserste räumliche Belastungsfähigkeit.	Anschaffungs-preis in Mark.	Bemerkungen.
92	Ziegelkarre.	40	500	72 Ziegel.	27	Bockstellung stumpfwinklig.
93	Desgl. mit Visirschlitz.	42	500	90	29	Mit Radbüchse.
94	Tischkarre.	42	500	Je nach Dimension.	28	Auch mit Feder und Klappfuss auf Bestellung.
95	Thonkarre (Seitenkipper).	40	500	Desgl.	28	Inwendig durch Theeranstrich vor Rost zu schützen.
96	Erdkarre.	45	500	1,20 Hectoliter.	30	
97	Kalk-, Cement-, Kohlen- etc. Karre.	60	500	1,50 Hectoliter.	52	Vorkipper.
98	Sprossenkarre.	38	500	—	30	Sprossen aus Eisen, Handgriffe aus Holz.
99	Sackkarre.	40	500	—	28,50	Geschlossener Holzbelag.

Die (Braunschweiger) Zeitschrift für die gesammte Thonwaarenindustrie vom 1. November 1876, bemerkt S. 41 über diese Blumhardt'schen eisernen Schiebkarren Folgendes, was dem Verfasser keine Reclame zu sein scheint:

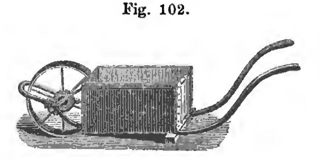
„Die wesentlichen Vorzüge dieser Karren bestehen darin, dass sie bis auf die Handgriffe und die Pockholzlager für die Zapfen der Radwelle ganz aus Eisen hergestellt und daher höchst dauerhaft sind, dass ferner eine bestimmte Gruppe von Karren nach einem festen Grundmodell construirt ist und daher eine Karre durch das Aufsetzen eines entsprechenden Kastens oder Bockes für sehr verschiedene Zwecke brauchbar wird. Durch die fabrikmässige Herstellung der Karren nach bestimmter Schablone ist es möglich, jeden etwa schadhaft gewordenen Theil durch genau passende Reservestücke zu ergänzen, die stets auf Lager gehalten werden, so dass alle kleinen Reparaturen durch einigermassen verständige Arbeiter besorgt werden können und man in den Stand gesetzt wird, theueren Schmiede- und Stellmacher-Rechnungen auszuweichen." An anderer Stelle werden diese Karren geradezu als unverwüstlich bezeichnet, so dass sich ihr höherer Preis gegen hölzerne Karren schon im ersten Jahre bezahlt machen soll.

Fig. 100.

Die zweite Fabrik, die der Herren W. Hanisch & Co. in Berlin (Friedrichsstrasse 116), führt ihre eisernen Karren nach amerikanischen Modellen aus, wovon drei derselben in den folgenden Figuren 100 bis mit 102 dargestellt sind:

Fig. 101.

Fig. 102.



Weiteres hierüber giebt wieder folgende Zusammenstellung:

Figur.	Name.	Eigengewicht.	Aeusserste räumliche Belastungsfähigkeit.	Anschaffungspreis in Mark.
100	Lastkarre.	33—41 Kilogr.	$2\frac{1}{2}$—$3\frac{1}{2}$ Cubikfuss.	25—29
101	Ziegelkarre.	35 Kilogr. circa	?	22
102	Messkarre.	42 Kilogr. circa	1 Hektoliter Inhalt.	42

Das Gestell dieser Karren ist aus einem Stück schmiedeeisernen Gasrohr hergestellt und auf diesem der Kasten von starkem Eisenblech genietet. Das Gestell umschliesst das schmiedeeiserne Rad nach Aussen hin und giebt dadurch

der Construction eine grosse Festigkeit, die sich namentlich als grosser Widerstand bei etwaigem Umkippen zu erkennen giebt. Die Radnabe besteht aus Gusseisen, Speichen und Achsen aus Schmiedeeisen. Die Achse mit dem Rade kann man ohne Mühe abschrauben.

Die Karren werden mit Oelfarbe gestrichen, welches nur dann unterbleibt, wenn dieselben zum Transporte glühender Asche, Schlacken etc. Verwendung finden.

§. 6.

Gestalt und Sturz der Achsschenkel. Stürzung der Radspeichen.

Nach vorstehenden Beschreibungen und Erörterung verschiedener Lastfuhrwerke dürfte es jetzt angemessen sein, auf die hier in der Ueberschrift benannten Gegenstände näher einzugehen, als dies zeither der Fall war.

Diesem entsprechend beginnen wir mit Erörterung der Achsschenkel, hinsichtlich ihrer Gestalt und Richtung.

Vom Standpunkte der rationellen Mechanik aus würden cylindrische völlig gerade Achsschenkel, auf deren Mittellinie die Zugkraftrichtung rechtwinklig steht, offenbar die besten sein, weil dann, sobald sich überdies das Fuhrwerk auf völlig ebenem Boden fortzubewegen hat, weder von der Zugkraft, noch von dem auf der Achse ruhenden Gewichte Zerlegungen eintreten können, welche ein Drängen nach der einen oder anderen Seite hin veranlassen, und daher Stoss und Lünzreibungen etc. nicht erzeugt werden könnten. Derartige cylindrische Achsschenkel würden zugleich sehr leicht eine Veränderung der Radspurweite zulassen, indem man nur nöthig hätte, geeignete Ringe oder Scheiben an den Stoss- oder Lünzstellen aufzubringen, ein Vortheil, der namentlich bei Fuhrwerken hervortreten würde, die nicht bloss auf Kunststrassen gehen.

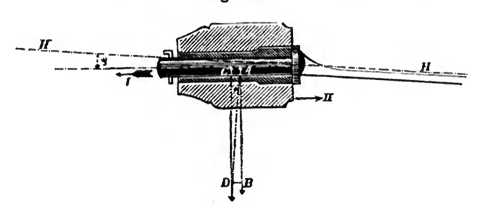
Indessen sind die zuerst erwähnten Vortheile derartiger cylindrischer Achsschenkel vor Allem deshalb in Wirklichkeit nicht vorhanden, als Fahrstrassen (Chausseen, Landstrassen etc.) von so regelrechter Beschaffenheit, wie vorausgesetzt (ohne Vertiefungen, Löcher, Erhöhungen etc.), mindestens für Frachtfuhrwerke nicht existiren. Ist dies aber der Fall, so können auch Lastfuhrwerke Spielraum und Anlauf (S. 80) nicht entbehren.

Um jedoch auch wieder die hiernach unvermeidlichen Seitenbewegungen (auch wohl Schiefstellungen der Räder) einigermassen unschädlich zu machen, überhaupt das Uebel zu verkleinern, so biegt man die cylindrischen Achsschenkel etwas nach abwärts, d. h. neigt oder stürzt dieselben, weil dann das Bestreben eintritt, die Schenkel stets in die Büchse hineinzudrücken, d. h. höchstens Reibung am Stosse zu erzeugen. Hierdurch werden aber auch zugleich noch Vortheile gewonnen, auf welche wir nachher bei dem Besprechen des Speichensturzes von selbst kommen werden.

Um diese Thatsache zur Anschauung zu bringen, ist Fig. 103 aufgenommen. Der cylindrische Achsschenkel ist dabei unter einem Winkel φ gegen den Horizont HH geneigt (gestürzt), weshalb sich der vom Wagen herrührende Verticaldruck $AD = W$ zerlegt in AB normal zur Stützfläche der Nabe, und in AC parallel dem Achsschenkel. Mit AC will sich die Achse in die Nabe hineindrücken. Da jedoch letzteres Bestreben der völlig gleichen Erscheinung am anderen zugehörigen Achsschenkel wegen nicht zur Wirkung kommen kann,

das Rad aber lose und mit Umlauf auf dem Achsschenkel steckt, so wird das Rad gegen den Stoss gedrängt, d. h. es folgt der Pfeilrichtung *II*.

Fig. 103.

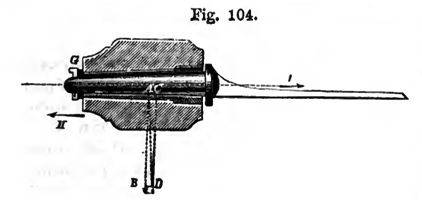


Gegen cylindrische gestürzte Achsschenkel erhebt man theils begründete, theils unbegründete Einwendungen, und giebt deshalb, namentlich bei Lastfuhrwerken, in der Regel dem conischen Schenkel den Vorzug. Gemeinhin behauptet man von letzterem: 1) dass er das Aufstecken der Räder erleichtere, 2) die Schmiere nicht so leicht ablaufen lasse, 3) bei schlechten Wegen der vorhandene Spielraum dem Rade eine grössere Beweglichkeit gestatte, 4) den etwas geringeren mittleren Durchmesser des Reibungswiderstandes ein Wenig herabziehe, 5) dass er eine grössere Sicherheit gegen das Zerbrechen gewähre, und endlich 6) ein Anlaufen des Rades zum Stosse hin erzeuge.

Die Punkte 1, 2 und 3 zugegeben (jedoch nicht in dem Maasse, wie solches in der Praxis gewöhnlich geschieht), sind die Gründe 4 und 5 nicht anzuerkennen, weil die Verjüngungen der Achsschenkel viel zu gering sind, um irgend wesentlichen Einfluss üben zu können. Was endlich den Punkt Nr. 6 betrifft, so lässt sich dieser Einwurf am besten durch eine gleiche Betrachtung der conischen Schenkel beleuchten, wie sie vorher beim gestürzten cylindrischen angestellt wurde, indem man untersucht, welche Wirkung die von der Nabenbüchse gestützte Last auf die Verschiebung des Rades ausübt.

Hierzu sei zuerst die Achse des völlig gleichseitigen Schenkelkegels Fig. 104 genau horizontal gerichtet. Repräsentirt dann AD wieder Grösse und Richtung des auf die Achse kommenden senkrechten Druckes $= W$, so zerlegt sich derselbe in AC parallel der Seitenlinie des Kegels, und in AB rechtwinklig zu letzterer. Indem AB die Zapfenreibung veranlasst, erzeugt AC das Bestreben, den Schenkel aus der Nabenbüchse E (nach der Pfeilrichtung *I*) zu drücken, was naturgemäss ein Drängen des Rades nach dem Lünz *G* (nach der Pfeilrichtung *II*) zur Folge hat.

Fig. 104.



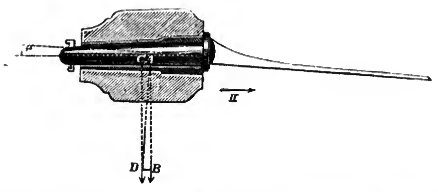
Ein derartiges Bestreben des Rades, vom Schenkel ganz ablaufen zu wollen, ist jedoch für die regelmässige Bewegung eines Fuhrwerks nachtheiliger, als ein Drängen nach dem Stosse des Achsschenkels hin.

Aus diesem Grunde, und um gleichsam die Vortheile des cylindrischen Schenkels mit denen des conischen zu vereinigen, biegt (stürzt) man auch letzteren derartig abwärts, dass die Kegelachse in der Verticalebene eine nach vorn gerichtete Neigung, wie Fig. 105 erhält.

Die Zerlegung des auf einem so gestalteten Schenkel kommenden Verticaldruckes $W = AD$ erfolgt mithin in ganz gleicher Weise, wie beim cylindrischen Schenkel [1]).

Diesem entsprechend hat die Praxis über die Frage der vortheilhaftesten Schenkelgestaltung bereits vollständig entschieden, indem rationelle Construc-


Fig. 105.



teure für alle Lastfuhrwerke (wenigstens in Deutschland) schwach conische, gestürzte Schenkel (Fig. 72 und 82), für Luxusfuhrwerke aber, wo Spielraum und Anlauf verhältnissmässig nur sehr gering zu sein brauchen und gute Strassen vorausgesetzt werden, sehr wenig gestürzte cylindrische Schenkel in Anwendung bringen. Auf letztere kommen wir deshalb nachher bei den Luxuswagen ganz speciell zurück.

Schliesslich werde noch des S. 79 erwähnten Vorlaufs gedacht (d. h. der geringen Abweichung der Schenkelmittellinie von der Geraden durch die Mittelachse nach vorn, im Grundrisse betrachtet), wodurch ein besseres Einlenken der Vorderräder erlangt werden soll, in Wahrheit aber nur dem offenbar nachtheiligen Rückwärtsbiegen der ganz geraden Achse bei vorkommenden Stössen vorgebeugt und die Widerstandsfähigkeit der Achse erhöht wird, da bei gleicher Spannweite ein der Krafteinwirkung convex (gewölbartig) gegenüber tretender elastischer Stab offenbar mehr Widerstand leistet, als ein gerader unter sonst gleichen Umständen.

---

1) Edgeworth in seinem „Essay on the construction of roads and carriages" (in der französischen Uebersetzung p. 158 und 159) will durch Versuche bewiesen haben, dass die Schenkelstürzung nur vortheilhaft auf den Zugwiderstand wirkt, wenn sie gering ist. Sobald die Neigung eine gewisse Grenze überschritt, z. B. wenn das Ende des Achsschenkels $4\frac{1}{2}$ Zoll tiefer als die Mittelachse lag, wurde der Zug schwieriger etc. — In dem oben angeführten Werke: „die Construction des beweglichsten Fuhrwerkes", wird S. 106 bewiesen, dass $7^0\ 9'$ der vortheilhafteste Stürzungswinkel für cylindrische Achsschenkel sei (?). Man sehe deshalb und als Kritik hierüber die später (Seite 98) geführten Berechnungen, so wie auch die Angaben des preuss. Artillerie-Hauptmanns Wille (Das deutsche Feld-Artillerie-Material, S. 37) wo die Speichenstürzung bei den verschiedenen Rädern der Feldartillerie zu $2\frac{1}{2}$ Grad, $4\frac{1}{2}$ Grad und $7\frac{2}{3}$ Grad angegeben werden.

Wir wenden uns nunmehr zum zweiten der hier zu erörternden Gegenstände, nämlich zur Lagenbestimmung der Speichen bei den Wagenrädern.

Hätten diese Räder, wie beispielsweise das einzelne Rad eines Schiebkarrens, nur Verticaldrücken Widerstand zu leisten und hätte man nur ebenes horizontales Terrain ohne Löcher, Gleisspuren etc. zu befahren, so würde es angemessen sein, die Speichen normal auf die horizontal gerichtete Nabenachse zu stellen. Da diese Voraussetzungen jedoch in der Wirklichkeit nicht stattfinden, so giebt man den Speichen eine Neigung gegen die Nabenachse, welche, wie schon erwähnt, Sturz, Stürzung (Diching) genannt und durch die Ausladung, d. h. durch die Entfernung eines an der äusseren ebenen Fläche der Felgen angelegten Lineals vom vorderen Rande der Zapfenlöcher bestimmt wird, welche zur Aufnahme der Speichenzapfen in der Nabe angebracht sind. Hiernach bilden sämmtliche Speichen einen Kegel, dessen nach innen gekehrte Spitze in der Nabenachse und dessen Basis im Radkranze liegt.

Zur weiteren Erörterung dieser wichtigen Constructionssache diene noch Folgendes:

Hauptzweck aller Speichenstürzung ist die Herbeiführung einer festen und zugleich sehr dauerhaften Verbindung derselben mit der Radnabe, sowie die Unterstützung des Achsschenkels, so weit als nur möglich in senkrechter Richtung, um den Nachtheil der Achsschenkelstürzung auszugleichen.

Secundäre Zwecke der Schenkelstürzung sind: grössere Widerstandsfähigkeit gegen vorkommende Seitenstösse, Erweiterung des Raumes für das Obergestell des Wagens, möglichste Vermeidung des Kothwerfens gegen den Wagenkasten etc.

Die erwähnte dauerhaftere Verbindung, welche durch den Speichensturz herbeigeführt wird, liegt in der gewölbartigen Gestaltung des betreffenden Radkörpers, wodurch weit vortheilhaftere Spannungen erzeugt werden, als die bei normaler Stellung der Speichen gegen die Nabenbüchsenachse, d. h. bei einer mehr cylindrischen (scheibenförmigen) Radform der Fall sein würde. Der Kranz eines Rades mit gestürzten Speichen hat naturgemäss einen geringeren Umfang, als bei der nämlichen Speichenlänge ungestürzt. Sollen also derartige Speichen Seitenstössen nachgeben, so müssen sie sich entweder biegen, oder der Durchmesser des Rades muss grösser werden. Ersteres lässt sich durch entsprechende Stärke und gutes Material der Speichen verhindern, letzteres wird durch die Widerstandsfähigkeit der Radreifen unmöglich gemacht.

Wenn durch den längeren Gebrauch gestürzte Speichen ihre feste Verbindung mit der Radnabe dennoch mehr oder weniger verlieren, gegen letztere eine mehr normale Richtung annehmen, so wird ein derartiges Rad bocklahm oder bocklos genannt[1]).

---

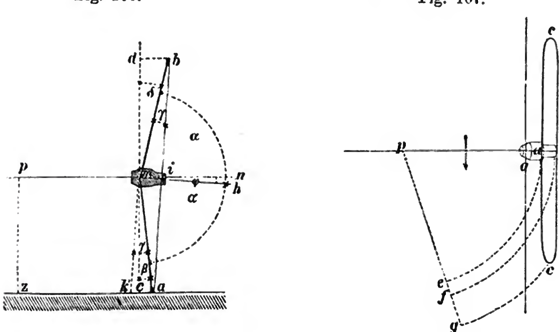
1) Man wendet auch Räder (namentlich eiserne) an, wobei die Speichen abwechselnd nach der einen und anderen Seite, nach innen und aussen gestürzt sind, so dass die Speichen nicht nur einen einzigen Kegel mit nach der Kastenseite gerichteter Spitze, sondern nach beiden Seiten hin einen stumpfen Kegel bilden. Derartige Räder erfordern etwas längere Naben, sind aber auch geeignet, Seitenstössen von zwei verschiedenen Seiten Widerstand zu leisten. Man vergleiche hierbei das, was (später S. 104) über Jones' Patenträder angeführt wird. — Er-

Um schliesslich sämmtliche Erörterungen dieses Paragraphen noch einmal übersichtlich durch eine Zeichnung und einige Zahlenwerthe zur Anschauung zu bringen, werde Nachstehendes bemerkt:

Es sei *mp* Fig. 106 die geometrische Mittelachse eines Wagenrades, *mh* dessen unter einem Winkel $hmn = \varphi$ gestürzter Achsschenkel, *ab* die Radhöhe und *mi* die Speichenstürzung, ferner *az* die halbe Spurweite der beiden



Fig. 106. Fig. 107.



Räder (von Felgenmitte zu Felgenmitte gerechnet), und *bd* die Schlagweite, d. h. der oberste Abstand eines Radpunktes von einer Verticalebene durch den Scheitel *m* des Speichenkegels *amb*[1]). Ferner bezeichne γ den Winkel *mbi*, um welchen die Speichen von der normalen Richtung gegen die Nabenachse abweichen, und α sei der Winkel, welcher γ zu 90° ergänzt.

Endlich mögen β und δ die Winkel sein, welche eine Speiche, beziehungsweise in ihrer tiefsten und höchsten Stellung, mit der durch *m* gelegten Verticalebene bildet.

Sodann ergiebt sich zunächst ohne Weiteres:

$$(1)\ \alpha + \gamma = 90^0.$$

Wegen $\alpha + \beta + \varphi = 90^0$ und gleichzeitig $\alpha + \delta - \varphi = 90^0$ ferner:

$$(2)\ \delta = 2\,\varphi + \beta, \text{ sowie, da } \alpha + \gamma = \alpha + \beta + \varphi \text{ ist:}$$

$$(3)\ \gamma = \beta + \varphi.$$

Hieraus erhellt einerseits der geometrische Zusammenhang zwischen Achsschenkel- und Speichensturz, sowie mancherlei interessante und werthvolle Folgerungen für die Grössenbestimmungen derselben.

Wie schon früher erwähnt, beträgt, je nach dem praktischen Bedürfnisse, der Speichensturz gewöhnlich 1 bis $1^1/_2$ Zoll für jeden Fuss des Halbmessers,

---

wähnt zu werden verdient endlich noch, dass man zuweilen die Speichen abwechselnd, eine um die andere, um etwas weiter vor- oder rückwärts in der Nabenbüchse befestigt, wodurch man letztere etwas weniger schwächt. Man nennt dies das Versetzen der Speichen.

1) Wie man in der Praxis diese Schlagweite abzumessen pflegt, wird nachher bemerkt werden.

so dass sich der Winkel γ berechnet beziehungsweise von $4^0\ 46'$ bis zu $7^0\ 7'$[1]).

Nimmt man ferner, wie beispielsweise an unserem Rade Fig. 67, den Unterlauf (das Unterachsen) 0,28 Zoll auf $15^3/_{16}$ Zoll Schenkellänge, so hat man: $tg.\ \varphi = \frac{0{,}28}{15^3/_{16}} = 0{,}0184$, also $\varphi = 1^0\ 3'$. Da dies Rad 5 Fuss Durchmesser hat, also in Bezug auf unsere Figur $ai = bi = 30$ Zoll ist, so ergiebt sich auch, wenn $\gamma = 4^0\ 46'$, oder $\alpha = 85^0\ 14'$ angenommen wird, die Speichenlänge zu: $\overline{am} = \overline{bm} = \frac{30}{cos.\ 4^0\ 46'} = \frac{30}{0{,}9965} = 30{,}105$ Zoll.

An demselben Rade wurde ferner durch sorgfältige Messung ermittelt:

$$\overline{db} = 4^3/_4 \text{ Zoll}^{2)}.$$

Demnach finden sich auch:

$$sin.\ \delta = \frac{\overline{db}}{\overline{mb}} = \frac{4{,}75}{30{,}105} = 0{,}1577,$$

das ist

$$\delta = 9^0\ 4', \text{ folglich,}$$

wegen

$$\beta = \delta - 2\varphi$$
$$\beta = 9^0\ 4' - 2^0\ 6'$$
$$\beta = 6^0\ 58'.$$

Endlich erhält man noch

$$\overline{ca} = \overline{am}\ .\ sin.\ \beta = 30{,}105\ .\ sin.\ 6^0\ 58', \text{ folglich } \overline{ca} = 3{,}65 \text{ Zoll.}$$

Bei einer aus der Fabrik von Dick und Kirschten in Offenbach vom Verfasser bezogenen (Collings) Patentachse, mit ganz cylindrischem Schenkel, wurde gemessen:

$$\varphi = 4^0\ 20'.$$

Giebt man daher den zugehörigen Rädern $^1/_{12}$ Sturz, d. h. nimmt man γ wieder $4^0\ 46'$, so findet sich

$$\alpha = 85^0\ 14'.$$

Ferner wegen $\beta = \gamma - \varphi$,

$$\beta = 0^0\ 26'.$$

Hierbei steht also die unterste Speiche fast senkrecht.

Ausserdem erhält man noch

$$\delta = 2\varphi + \beta = 8^0\ 40' + 0^0\ 26' = 9^0\ 6'.$$

---

1) Migout und Bergery a. a. O. geben §. 169 für Artilleriefuhrwerke den Stürzungswinkel $\gamma = 7$ bis 8 Grad an. In der ebenfalls bereits citirten Schrift eines (ungenannten) preussischen Artillerieofficiers wird §. 39 die Regel aufgestellt, dass die Speiche stets unter demselben Winkel wie der Achsschenkel zu stürzen sei, und dass dieser Winkel $7^0\ 9'$ betragen müsse (?!). Man sehe deshalb auch die Notiz S. 96 (Note 1), welche dem Wille'schen Werke entlehnt wurde.

2) Hierzu die halbe Reifenbreite $^1/_2$. ($2^1/_2$ Zoll), ferner den Abstand vom Punkte m bis zum Ende der Nabenbüchse gerechnet, der genau 5 Zoll betrug, giebt: $4{,}75 + 1{,}25 + 5 = 11$ Zoll. Letzterer Werth ist es, welcher von den Praktikern die Schlagweite genannt wird.

Bei vierrädrigem Fuhrwerke muss die Spurweite der Vorder- und Hinterräder dieselbe sein, was zur Folge hat, dass bei den stets niedrigeren Vorderrädern die Speichen einen grösseren Stürzungswinkel haben, als die der Hinterräder.

Betrachtet man das im Vorstehenden als Beispiel benutzte 5 Fuss hohe Rad als das Hinterrad eines vierrädrigen Lastfuhrwerks und haben die zugehörigen Vorderräder einen Durchmesser von 4 Fuss[1], und setzt man ferner die Spurweite von 4 Fuss 10 Zoll voraus[2], so berechnet sich der Stürzungswinkel γ wie folgt: Zuerst lässt sich, in Bezug auf unsere Fig. 106 für den fraglichen Zweck die Bedingungsgleichung aufstellen:

$$\overline{ac} = \overline{am} \,.\, sin.\, \beta = \text{constant (für Vorder- und Hinterräder).}$$

Wird sodann $\beta = 8^0$ angenommen, so ergiebt sich $mc = \overline{ca} \,.\, cotg.\, \beta = 3{,}65 \,.\, 7{,}115 = 25{,}97$ Zoll. Wegen $\alpha = 90 - (\beta + \varphi)$ also, wenn $\varphi = 1^0\, 3'$ beibehalten wird: $\alpha = 80^0\, 57'$, daher $\gamma = 9^0\, 3'$ (statt $4^0\, 46'$ bei den Hinterrädern).

Wegen $\beta = \gamma - \varphi$ könnte man auch γ, d. h. den Speichenstürzungswinkel bei Hinter- und Vorderrädern gleich nehmen, müsste jedoch dann φ entsprechend ändern, um ein bestimmtes β zu erhalten. Naturgemäss hat aber die Schenkelstürzung ebenfalls ihre Grenzen, will man nicht der Haltbarkeit und Beweglichkeit des Fuhrwerks zu nahe treten. Nach der Ansicht erfahrener Praktiker darf die Schenkelstürzung den achten Theil der Schenkellänge niemals überschreiten, oder unser Winkel φ niemals grösser als $7^0\, 7'$ werden[3].

Zusatz. Für angehende Techniker mögen hier noch einige Bemerkungen über hölzerne Räder, über Radreifen und entfernter über Fabrikation der Räder Platz finden.

Die Nabe der Räder macht man vorzugsweise aus Eichen- oder Ulmenholz[4], die Felgen ebenso aus Buchen- oder Eichenholz, die Speichen aus

1) Das Verhältniss der Durchmesser wäre demnach $^5/_4 = 1{,}25$. Bei den oben besprochenen Croskill'schen Wagen ist dies Verhältniss $^{57}/_{40} = 1{,}425$. Meistens differiren die Durchmesser der Vorder- und Hinterräder bei englischen Lastwagenrädern um 16 bis 17 Zoll.

2) 4 Fuss 10 Zoll rhein. ist die gesetzliche Spurweite im Königreich Preussen, von Mitte zu Mitte der Felgen gemessen. In England findet man nirgends Lastwagen von so enger Spurweite. Breitfelgiges Frachtfuhrwerk hat Weitspur von 5 Fuss 10 Zoll (engl.), landwirthschaftliches Fuhrwerk 5 Fuss 2 Zoll.

3) Zu bemerken ist noch, dass von den Kreisen, welche beim Drehen des Raddiagrammes Fig. 107 um den Schlossnagel p (eines dabei gedachten Vordergestelles) beschrieben werden, folgende in der Nomenclatur der Wagenbauer Beachtung finden: 1) Der Spurkreis ae, welchen der unterste Punkt a des Rades am Boden beschreibt. 2) Der Schlagkreis bf, welcher vom höchsten Punkte b des Rades beschrieben wird. 3) Der Seitenkreis, welchen der Endpunkt c des horizontalen Raddurchmessers beschreibt. Vielleicht ist die Bemerkung nicht überflüssig, dass in unserer Figur $abcc$ eine sehr lang gestreckte Ellipse ist, welche die Horizontalprojection (den Grundriss) der Radmittelebene bildet.

4) Die Anfertigung des Rades der Feldartillerie beschreibt ausführlich

Eichenholz oder Eschenholz, und wenn sie recht dünn werden sollen, wohl auch aus Hickory (amerikanische Esche?). Die Radreifen der Fuhrwerke bestehen (jetzt) in der Regel aus gewalztem Flacheisen. Da der Zugwiderstand eines Fuhrwerks etwas mit der Reifenbreite (Felgenbreite) abnimmt, schmale Räder unter sonst gleichen Umständen in zusammendrückbaren Boden verhältnissmässig mehr einsinken als breite, und endlich die Abnutzung der Wege, namentlich der Chausseen (besonders in gebirgigen Gegenden, wo beim Herabfahren gehemmt wird) um so grösser ist, je schmäler die Radreifen sind, so bestehen fast in allen Ländern gesetzliche Bestimmungen über das Minimum der Felgen- (Radreifenbreite) und das Maximum der dabei zulässigen Belastung. Beispielsweise müssen in Preussen die Radreifen aller Last- oder Frachtwagen mindestens 4 Zoll Breite besitzen [1]. Hinsichtlich der Form der Radreifen auf ihrer äusseren Seite oder der Lauffläche bestehen in manchen Ländern ebenfalls gesetzliche Bestimmungen für Fuhrwerke, welche auf Chausseen fahren [2]). Damit nämlich die Räder möglichst wenig in den Weg einschneiden, müssen alle neu aufgezogenen Reifen auf ihrer Laufseite stets eine gerade Oberfläche haben, obwohl es zweckmässiger wäre, die scharfen Kanten vorher zu beseitigen. Die Nachtheile scharfer Kanten sind namentlich beim Drehen beladener Fuhrwerke wahrzunehmen, und sollte man unter allen Umständen nur Reifen mit gebrochenen oder schwach abgerundeten Ecken in Anwendung bringen [3]).

Hauptmann Wille in dem bereits früher citirten Werke „Leitfaden der allgemeinen Maschinenlehre und der artilleristischen Technologie“, S. 140–159.

1) Man sehe über die Felgen- (Radreifen-) Breite und correspondirenden Belastungen eine sehr hübsche Zusammenstellung in v. Kaven's „Vorträge über Ingenieur-Wissenschaften, 1. Abtheilung, Wegbau“. Zweite Auflage. Hannover 1870, S. 94 etc.

2) E. Mäurer, Die Formen der Walzkunst und das Façoneisen. Stuttgart 1865, S. 240 etc.: „Radreifeneisen“. Ein schätzbares Werkchen, was den Betheiligten nicht genug empfohlen werden kann.

3) Auf den renommirtesten rheinisch-westphälischen Walzwerken unterscheidet man hinsichtlich der Querschnittsformen (nach Mäurer a. a. O. S. 243):

a) Radreifen mit halbkreisförmig abgerundeten Laufflächen. Diese Form eignet sich besonders für Luxuswagen, die meistens nur auf gepflasterten Strassen fahren, wo sie besonders das Ausweichen und Drehen bei rascher Fahrt erleichtern. Unsere Quelle giebt Abbildungen hiervon.

b) Radreifen mit gerader Lauffläche und kreisförmig abgerundeten Ecken. Hiervon fertigt u. A. die Gutehoffnungshütte (Oberhausen) ein Sortiment von 5 Nummern, deren Dimensionen und Gewichte folgende sind (Abbildungen ebenfalls bei Mäurer):

Breite in Zollen	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$
Gewicht pro laufenden Fuss in Pfunden bei $\frac{5}{8}$ Zoll Dicke	$2\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{2}$	4	$4\frac{2}{5}$	5
Bei $\frac{7}{8}$ Zoll Dicke	4	5	$5\frac{3}{4}$	$6\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$

c) Radreifen mit gerader Lauffläche und geradlinig abgeschrägten Ecken (Abbildungen a. a. O.). Zu bemerken ist hierbei, dass die unter b und c aufgeführten Radreifen (mit ebener Lauffläche) vor den (gewölbten)

Räder der Luxus- und Bauerwagen, welche nicht auf chaussirten Wegen fahren, unterliegen in der Regel keiner gesetzlichen Beschränkung hinsichtlich der Breite und der Form der Reifen. Bei den Luxuswagen beträgt die Felgenbreite meistens nur 2 bis 2½ Zoll, bei den preussischen Postwagen 2 Zoll rhein. oder 52 Millimeter[1]).

Hinsichtlich der fabrikmässigen Herstellung der hölzernen Räder mit ebenfalls hölzernen oder gusseisernen Naben, unter Verwendung von Maschinen,

---

unter a den Vorzug haben, dass sie auf glatten und gefrorenen Wegen den Rädern eine grössere Adhäsion verleihen.

1) Für schwere Fuhrwerke des früheren Königreichs Hannover liessen sich folgende Dimensions- und Lastverhältnisse zusammenstellen (Maasse hannov. pro 1 Fuss = 0,292 Meter, 1 Zoll = 24⅓ Millimeter):

Art des Fuhrwerks.	Gewöhnlicher Durchmesser. Vorderräder. F.	Z.	Hinterräder. F.	Z.	Mittlere Dicke d. Achsschenkel. Zoll.	Radfelgenbreite. Zoll.	Eigengewicht der Wagen Centner.	Belast. der Wagen pro Pferd auf Chausseen. Centner.	Geschw. der Bew. in d. Secunde. Fuss.
Eigentl. Frachtfuhrwerke	4	4	5	—	2¼ — 3	4—7	40—60	36—50 und mehr	3½—4
Gewöhnl. Lastfuhrwerke	4	9	5	2	desgl.	2½—3	20—30	30—40	4
Landfuhrwerke	4	9	5	—	desgl.	2—2½	8—16	20—30	4—4½
Eilpostwagen	3	6	4	9	1¾	2½	18	4—6	9

Nach der noch in Kraft bestehenden königl. preuss. Verordnung über den Verkehr auf Kunststrassen (vom 12. März 1853 und abgedruckt in Rumpf's Handbuch „Die Verwaltung der Chausseen in den königl. preuss. Staaten". Zweite Auflage, S. 190) wird Folgendes vorgeschrieben:

§. 1. Beim Befahren aller zusammenhängenden Kunststrassen soll an allem gewerbsmässig betriebenen Frachtfuhrwerke, sowohl dem zwei- als dem vierrädrigen, ohne Unterschied der Bespannung, der Beschlag der Radfelgen (d. h. der um die Felgen gelegte Metallstreifen) eine Breite von mindestens vier Zoll rhein. (4 . 26,15 = 104,6 Millimeter) haben.

§. 2. Die Ladung der gewerbmässig betriebenen Frachtfuhrwerke darf auf allen Kunststrassen ohne Unterschied, bei einer Felgenbreite von weniger als 5 Zoll (rhein.) an Gewicht nicht mehr betragen, als:

	in der Zeit vom 15. Nov. bis 15. April,	vom 15. April bis 15. Nov.
a) bei vierrädrigem Fuhrwerke	60 Ctr.	80 Ctr.
b) „ zweirädrigem „	30 „	40 „

§. 3. Bei einer grösseren Felgenbreite ist ein stärkeres, als das oben (§. 2) bestimmte Gewicht der Ladung insoweit erlaubt, dass bei einer Felgenbreite von fünf, jedoch unter sechs Zoll

	in der Zeit vom 15. Nov. bis 15. April,	vom 15. April bis 15. Nov.
a) bei vierrädrigem Fuhrwerke	80 Ctr.	100 Ctr.
b) „ zweirädrigem „	40 „	50 „

müssen wir auf die bereits Bd. 2, zweite Auflage, S. 460 (bei den Sägemaschinen) citirten Abhandlungen verweisen, woselbst namentlich über Philippe's Maschinen zur Wagenfabrikation berichtet wird, sowie auf die unten citirte Nummer der englischen Patent-Specification, worin sich Croskill'sche Maschinen zur Fabrikation der Wagenräder abgebildet und beschrieben finden [1]).

Erwähut werde hierbei noch, dass das Verfahren, die Radfelgen aus einem einzigen kreisförmig gebogenen Holzstücke zu fertigen, nicht den allgemeinen Anklang gefunden und sich nicht so vortheilhaft gezeigt hat, als man anfänglich erwartete. Einmal scheint die Behandlung des in passender Form und Grösse

---

bei einer Felgenbreite von sechs Zoll

	in der Zeit vom 15. Nov. bis 15. April,	vom 15. April bis 15. Nov.
a) bei vierrädrigem Fuhrwerke	100 Ctr.	120 Ctr.
b) „ zweirädrigem „	50 „	60 „

höchstens geladen werden dürfen.

Eine stärkere Belastung ist, auch bei Anwendung noch breiterer Felgen nicht gestattet. Eine Ausnahme hiervon tritt jedoch dann ein, wenn die Ladung aus einer untheilbaren Last (z. B. grossen Bausteinen) von grösserem Gewicht besteht, in welchem Falle auch eine grössere Felgenbreite als sechs Zoll nicht erforderlich ist.

§. 6 bestimmt das Eigengewicht der Wagen

a) bei vierrädrigem Fuhrwerke

zu 40 Ctr. bei einer Felgenbreite unter fünf Zoll,

„ 45 „ „ „ „ von fünf (jedoch unter sechs) Zoll,

„ 50 „ „ „ „ von sechs Zoll und darüber.

b) bei zweirädrigem Fuhrwerke die Hälfte dieser Sätze.

Anlangend die in der 10. Columne vorstehender Tabelle von 9 Fuss hannov. = 2,628 Meter Fahrgeschwindigkeit pro Secunde der Eilpostwagen, so wird es angemessen sein, diese mit der Annahme zu vergleichen, dass diese Fuhrwerke die deutsche Meile in 40 bis 45 Minuten durchfahren müssen. Für den kleinsten Zeitwerth erhält man hiernach die secundliche Geschwindigkeit zu $\frac{7500}{40 \cdot 60} = \frac{75}{24} = \frac{25}{8} = 3{,}12$ Meter, während der grösste Zeitwerth $\frac{7500}{45 \cdot 60} = \frac{75}{27} = 2{,}70$ Meter (= 9,24 Fuss hannov.) giebt.

Die preuss. Extraposttaxe befördert mit Geschwindigkeiten, die sich nach den Terrainverhältnissen richten. So z. B. erfolgt die Beförderung (am Tage) von Hannover nach Celle, 40 Kilometer Entfernung in 4 Stunden 35 Minuten = 275 Minuten, was eine secundliche Geschwindigkeit von $\frac{40000}{60 \cdot 275} = \frac{400}{165} =$ 2,44 Meter giebt. Nach Münder, 41 Kilometer Entfernung, befördert man (ebenfalls am Tage) in 3 Stunden 20 Minuten = 200 Minuten, so dass hier die secundliche Geschwindigkeit $\frac{41000}{60 \cdot 200} = \frac{41}{12} = 3{,}41$ Meter beträgt etc.

1) Specification 1844, Nr. 10131: William Croskill's „Machinery for making wheels for carriages". Auch in Hauptmann Wille's bereits wiederholt citirter „Allgem. Maschinenlehre" wird S. 145 etc. ausführlich über Maschinen zur Fabrikation der Wagenräder gehandelt.

geschnittenen Holzes (immer parallel mit dem Laufe der Fasern) mit heissem Wasser oder Wasserdämpfen dem Holze Kraft zu entziehen (das Holz wird ausgelohet, wie die Praktiker sagen), ein anderes Mal sollen die Zapfen leicht lose werden, womit die Speichen im Kranze befestigt sind [1]).

In England machte seiner Zeit „Jones' Patentrad“ einiges Aufsehen, wobei die Felgen einen einzigen Ring aus Gusseisen bilden, die Speichen aus schmiedeeisernen Rundstäben bestehen, welche sich kreuzen oder abwechselnd aus- und einwärts gestürzt sind, und die Naben aus Gusseisen (Schalenguss) hergestellt werden. Derartige Räder sind jedoch kostspielig, leicht zerbrechlich und schwer zu repariren. Abbildungen hiervon finden sich u. A. in Dingler's polytechn. Journale Bd. 28, S. 444, und im Anhange zu Dr. Hering's Abhandlung „Das Pferd“, Stuttgart 1862, S. 512.

§. 7.

Karren und Wagen im Vergleich mit einander.

Unsere Erörterungen über Achsen und Räder der Fuhrwerke im vorigen Paragraphen konnten ohne Rücksicht auf deren Verwendung zu zweirädrigen Lastfuhrwerken (Karren) oder zu vierrädrigen (Wagen) geschehen, da hinsichtlich dieser beiden Haupttheile (Achsen und Räder) ein Unterschied nicht zu machen war.

Hier sollen jedoch die hauptsächlichsten Umstände und Verhältnisse beleuchtet werden, welche bei Beantwortung der Frage in Betracht zu ziehen sind, ob in vorliegenden Fällen dem Karren oder dem Wagen als Lastfuhrwerke der Vorzug zu geben ist.

Verlangt man nur eine übersichtliche, kurze Antwort, so lässt sich sagen, dass auf guten Strassen und Wegen, für kurze Entfernungen, bei guten Pferden, in Gebirgsgegenden (Hohlwegen, Berghängen etc.) für Fracht und Ackerzwecke und für den Transport von Waaren in volkreichen Städten, dem Karren der Vorzug zu geben ist; dass dagegen auf schlechten Strassen, bei geringeren Pferden und für das Flachland die Wagen mehr Vortheile gewähren.[2]).

---

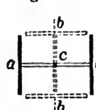
1) Dr. Hamm in seinen landwirthschaftl. Geräthen und Maschinen Englands, 2. Aufl., S. 443 giebt an, dass die Erfindung, gerade gewachsenes Holz zu jeder beliebigen Gestalt zu biegen, aus Russland stamme. Noch gegenwärtig sollen die Radkränze leichter russischer Wagen aus einem einzigen, rundgebogenen Stück Holze bestehen, und nicht einmal mit Eisen beschlagen sein. Auch über die Verfertigung derartiger Radkränze giebt Dr. Hamm an derselben Stelle einige Auskunft.

2) Kröncke in seiner „Theorie des Fuhrwerks mit Anwendung auf den Strassenbau“ (Giessen 1802) bemerkt §. 95 noch kürzer in Bezug auf die gedachte Frage: „Je nachdem die Wege sind, verdienen bald die Wagen, bald die Karren den Vorzug.“

Für den Zweck einer etwas ausführlicheren Beantwortung der Frage dürften mindestens noch nachstehende Betrachtungen erforderlich sein.

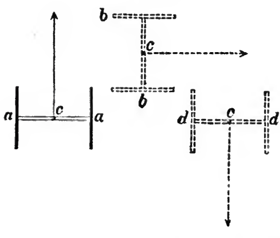
Ein unbestrittener Vortheil der Karren ist die grössere Lenkbarkeit derselben. Man kann sich letztere sogar absolut denken, indem es möglich ist, den Karren um die Mitte seiner Achse *c* Fig. 108 so zu drehen, dass das eine Rad seinen Bogen vorwärts beschreibt, während das andere ihn rückwärts vollführt, der Karren überhaupt aus der Lage *aa* in die *bb* gebracht werden kann, ohne dass der Mittelpunkt *c* seinen Ort verändert. Der Halbmesser der Drehung ist hierbei der kürzeste, nämlich die halbe Länge der Achse.

Fig. 108.



Indess ist hierbei wohl zu beachten, dass eine derartige Drehung nur durch Menschen, nicht aber durch ein eingeschirrtes Pferd verrichtet werden kann, und auch dies vermag nur die Drehung um das eine Rad und wiederum nur auf einigermassen festem Boden herauszubringen, wobei dann die ganze Achsenlänge den Drehungshalbmesser bildet. Soll das eingeschirrte Pferd zugleich fortschreiten, so lässt sich die Lenkung so ausführen, wie in Fig. 109 dargestellt ist, d. h. es muss der Karren aus der Stellung *aa* erst in die *bb* und sodann in die *dd* gebracht werden.

Fig. 109.



Beim Wagen ist die Lenkbarkeit von mehreren Umständen abhängig als beim Karren, und lässt sich deshalb auch nicht so leicht übersehen.

Zunächst leuchtet ein, dass schon deshalb die Lenkbarkeit eines Wagens (mit beweglichem Vordergestell) geringer als die eines Karrens ist, weil, wie Fig. 110 es noch anschaulicher macht, beim Wenden das eine Vorderrad aus der Lage *a* in die *d* kommt, und dann bald den Langbaum *cp* trifft. Verlängert man ferner die Richtung der Achse des Räderpaares *d*, bis sie die Verlängerung der Hinterachse *p* in einem Punkte *m* schneidet, verbindet überdies das Deichselende *b* mit *m*, und betrachtet *bm* als Halbmesser der Wendung in Bezug auf *m* als Mittelpunkt, so lässt sich zeigen, dass, um eine Wendung im möglichst kleinsten Raume machen zu können, Vorderwagen und Langbaum möglichst kurz sein müssen und der Winkel (Lenkungswinkel), welchen dann die beiden Achsen mit einander bilden können, oder was dasselbe ist, der Winkel, den die so weit als möglich gedrehte Deichsel mit dem Langbaume bildet, möglichst gross zu nehmen ist. Letzteres würde z. B. der Fall sein, wenn der Mittelpunkt *m* der Wendung mit der Mitte *p* der Hinterachse zusammenfiele, also die Einrichtung des Fuhrwerks der Vorderachse gestattete, bis in die Längenebene des Hinterwagens kommen zu können[1]).

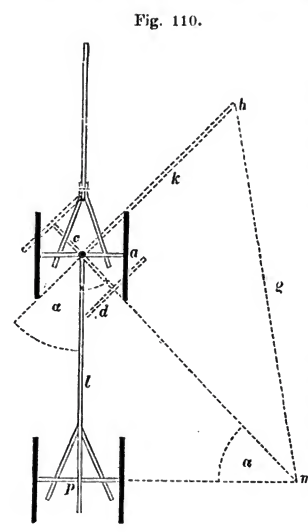
Diese Bedingung wäre begreiflicher Weise bei Frachtwagen nur dann möglich, wenn man die Vorderräder so niedrig machte, dass sie unter den

1) Bezeichnet ϱ den Wendungshalbmesser mb, ferner k die Entfernung bc vom Reibnagel c bis zur Deichselspitze b, l die Langbaumlänge cp, und α den

Langbaum treten könnten, oder den Langbaum ganz wegliesse, wie dies u. A. bei den englischen vierrädrigen Lastwagen Croskill's (Fig. 83) der Fall ist.

Andere Bedingungen grosser Lenkbarkeit eines vierrädrigen Fuhrwerks sind: breite Radspur (Gleise), schmales Obergestell und in minderem Grade auch Felgen von geringer Breite.

Fig. 110.



Ein Uebelstand des Karrens ist dagegen sein leichtes Ueberkippen nach vorn oder hinten. Allerdings ist mindestens die Möglichkeit vorhanden, dies dadurch zu vermeiden, dass man die Ladung ganz systematisch auf die Achse vertheilt, d. h. ihre Schwerpunktsrichtung durch die Achsmittellinien gehen lässt. Allein selbst wenn die Ladung so genau geschehen könnte, würde dies doch nur für ganz horizontalen ebenen (festen) Boden von Vortheil sein, indem bei geneigter Fahrbahn die Schwerpunktsrichtung der Last bald hinter, bald vor die Achse fällt, je nachdem auf- oder abwärts gefahren wird, so dass im ersteren Falle ein Theil der Last den Bauch des in die Gabel gespannten Pferdes, im zweiten Falle den Rücken desselben drückt, was eine nicht geringe Ermüdung des Thieres zur Folge hat. In der Regel richtet man die Bepackung so ein, dass der Schwerpunkt des Ganzen vor die Radachse zu liegen kommt, wodurch eine Drehung des Gestelles nach oben vermieden werden kann, aber auch dem Pferde für den Zug auf horizontalem Boden ein Theil der Last zum Tragen aufgebürdet wird.

In den meisten Fällen ist ferner der Karren in Bezug auf Umwerfen nach der Seite gegen den Wagen im Nachtheile. Stellt sich beispielsweise der

---

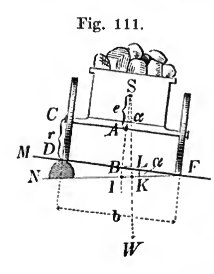
Winkel pmc, so erhält man zuvörderst $\overline{cm} = \frac{l}{sin.\,\alpha}$, sodann aber wegen $\overline{mb}^2 = \overline{cb}^2 + \overline{cm}^2$:

$$\varrho = \sqrt{k^2 + \frac{l^2}{sin.\,\alpha^2}}$$

Bei gleichbleibenden k und l wird ϱ am kleinsten, wenn $sin.\,\alpha$ am grössten, d. h. wenn $\alpha = 90^0$ ist. Ausführlichere mathematische Entwicklungen über „Lenkbarkeit der Fuhrwerke" finden sich u. A. bei Migout und Bergery, a. a. O. §. 116 bis 127.

Karren so wie Fig. 111 erkennen lässt (zufolge der Fahrbahnneigung, beim Ueberschreiten von nicht zusammendrückbaren Erhöhungen etc.), so stürzt er um, sobald die lothrechte Linie SLK vom Schwerpunkte S des gesammten Fuhrwerksgewichts W ausserhalb des Gleises fällt. Die Sicherheit erfordert naturgemäss, dass stets $\overline{BL} < \overline{JF}$ ist. Letzteres ist um so wichtiger innezuhalten, als Stösse und (bei schneller Fahrt) auch die Schwungbewegung das Umfallen befördern. Leicht lässt sich zeigen [1]), dass unter sonst gleichen Umständen allgemein die Sicherheit gegen das Umwerfen nach der Seite hin um so grösser wird, je bedeutender die Spurweite der Räder ist, je kleiner letztere sind, und je weniger hoch man die Bepackung macht, oder je niedriger der Schwerpunkt des ganzen Fuhrwerks zu liegen kommt [2]).

Fig. 111.



Bei den (vierrädrigen) Wagen wird nun, wenn sich einzelne zufällige, harte Erhöhungen in der Fahrbahn vorfinden, oder Schlaglöcher, Gräben etc. zu passiren sind, meistentheils doch nur das Rad eines Gestelles in die nachtheilige Lage gebracht, während das andere Gestell in seinem normalen Zustande beharrt und höchstens Langbaum und Tragbäume eine selten gefährliche Torsion auszuhalten haben. Beim Fallen des einen Gestelles müsste das in seiner richtigen Lage gebliebene mit umgerissen werden, wenn das Ganze fallen soll,

1) Bezeichnet α den Neigungswinkel der Radachse gegen den Horizont, $2r$ den gleichen Durchmesser beider Räder $2\,\overline{AC} = b$ die Spurweite (Gleisbreite), $\overline{AS} = e$ die Höhe des Schwerpunktes S über der Radachse, und $\overline{DN} = h$ die Höhe eines nicht zusammendrückbaren Hindernisses oder einer natürlich vorhandenen schiefen Ebene DF, so erhält man als Bedingung der Stabilität, ohne Rücksicht auf die Geschwindigkeit der Bewegung zu nehmen:

$$\overline{BL} < \overline{JF}.$$

Da nun $\overline{BL} = (e + r)\ sin.\ \alpha$ und $\overline{JF} = \frac{1}{2}\ b\ cos.\ \alpha$ ist, so ergiebt sich:

$$(e + r)\ sin.\ \alpha < \tfrac{1}{2}\ b\ cos.\ \alpha, \text{ d. i. } tg.\ \alpha < \frac{b}{2\ (e + r)}$$

Für das Stabilitätsmoment M ergiebt sich zugleich: $M = W\,.\,\overline{KF}$, d. i. weil $\overline{KF} = \overline{JF} - \overline{BL}$ ist: $M = W\,[\tfrac{1}{2}\ b\ cos.\ \alpha - (e + r)\ sin.\ \alpha]$.

Die ausgezeichnetste Arbeit über diesen Gegenstand hat Coriolis im 24. Cahier, p. 153 des Journals der Pariser polytechn. Schule geliefert, welche die Ueberschrift trägt: „Mémoire sur la stabilité des voitures, avec application aux messageries de France.“

2) Da das Karrengestell im Allgemeinen weniger Raum darbietet, als das Wagengestell, so rückt bei manchen Belastungen der Schwerpunkt beim Karren höher. Hierdurch und zufolge des Umstandes, dass die Last nur auf einem Gestelle liegt, ist der feste Stand eines Karrens ungleich geringer, als der eines Wagens, unter sonst gleichen Verhältnissen.

was allerdings zuweilen eintreten kann, jedoch wird viel häufiger der Wagen seine Stellung bei solcher Gelegenheit behaupten, wo der Karren längst umgeworfen wäre.

Dagegen können sich Karren den Höhen und Vertiefungen eines Terrains, überhaupt gebirgigen Gegenden besser anschmiegen, wozu noch kommt, dass bei steilen Bergabfahrten ein in der Gabeldeichsel gehendes Pferd viel mehr zum Aufhalten geeignet ist, als jede andere Art der Bespannung.

Ein sehr ungünstiges Verhältniss tritt für den Karren allerdings dann ein, wenn derselbe, wie z. B. beim Durchschreiten von Gräben oder Vertiefungen, eine Drehung der Last bewirken muss; das Gabelpferd befindet sich bereits auf der neuen Richtung des Zuges, der Karren aber noch nicht, und es ist klar, wie schwierig dieser Uebergang werden kann.

Ein anderer Nachtheil des zweirädrigen Lastfuhrwerks ist ferner der, dass es mehr Leute zur Führung erfordert, indem man für Lasten von gleichem Gesammtbetrage eine grössere Zahl von Führern und demgemäss einen Mehraufwand an Tagelohn bedarf.

Ein Vorzug des Karrens, welcher sehr häufig übersehen wird, ist dafür wieder der, dass er gutwillige und fromme Pferde schafft.[1])

Das im Karren gehende Pferd kann weder ausschlagen, noch sich bäumen, weshalb junge, muthwillige Pferde im strengen Karrendienste Unarten recht bald gänzlich verlieren. Das in der Gabeldeichsel oder in der Scheere des Karrens ziehende Thier muss sich aber auch zusammennehmen, es kann sich nicht auf seinen Nachbar verlassen, sondern muss die eigene Kraft gebrauchen, was das kluge Pferd bald einsehen lernt und daher ganz zugwillig wird. Ist eine Reihe von Pferden vor einander gespannt, und der Fuhrmann nur einigermassen geübt, so überwinden sich auch die hier auftretenden Schwierigkeiten im egalen Anzuge weit leichter, als bei der doppelten Anspannung, oder gar zu dreien neben einander. Wer hat nicht schon bei einem festgefahrenen Wagen das bedauerliche Hin- und Herziehen der Pferde gesehen? Ein Pferd springt ins Zeug, während das neben ihm zurückweicht, es hält dann sehr schwer, wieder einen gleichmässigen Anzug hervorzubringen. Beim Karren, der sich übrigens weniger festfährt und leichter herauszubringen ist als der Wagen, fällt dieser Uebelstand meistens weg; ein jedes Thier zieht für sich an und lehrt seinen Hinternachbar ebenfalls anziehen.

Dass man in Frankreich und England das Karrenfuhrwerk viel mehr als in Deutschland gebraucht, hat seinen besonderen Grund in dem kräftigen Schlag von Pferden. Uns fehlen immer noch die englischen Racepferde von York, Suffolk, Norfolk, Lincolnshire u. A.[2]) und die französischen Percherons (Nor-

1) Der Verfasser benutzt hier die Abschrift eines mit „Fuhrwerk und Gespann“ überschriebenen Aufsatzes in Dr. Hamm's agronomischer Zeitung.

2) Ueber englische schwere Zugpferde handelt ausführlich das bereits wiederholt citirte (von Dr. Hering ins Deutsche übertragene) Werk „das Pferd“, S. 96, wobei sich auch S. 99 ein schönes Exemplar aus dem Stalle der berühmten Londoner Bierbrauerei der M. Barcly Perkins & Comp. abgebildet vorfindet. Manches Lesenswerthe in letzteren Beziehungen findet sich auch in dem Buche von Heinze (Stallmeister in Dresden) „Pferd und Fahren“. Verlag von Otto Spamer, Leipzig 1877.

mandiepferde), welche letzteren namentlich alle guten Eigenschaften tüchtiger Arbeitspferde in sich schliessen.

Als unentschieden muss man die Frage betrachten, ob ein Pferd im Karren gespannt unter sonst gleichen Umständen mehr leistet, mehr fortzuschaffen vermag, als mittelst eines Wagens. Dr. Hamm[2]) spricht sich hierbei zu Gunsten des Karrens aus, behauptet, dass auf vier einspännigen Karren die gleiche Last transportirt werden könne, als auf einem Wagen, der mit acht Pferden bespannt wird, hebt auch hervor, dass nach (des Engländers) Dr. Young's Versuchen das Verhältniss der Zugkraft eines Pferdes in einem einspännigen Karren, gegen diejenige von vier Pferden in einem Wagen, sich wie 6 : 9 herausgestellt habe.

Migout und Bergery[3]) zeigen im Gegentheil, dass das vierrädrige Fuhrwerk, hinsichtlich des Zuges, gegen ein zweirädriges im Vortheil stehe, und bekräftigen dies durch Ausführung von Versuchen der Franzosen und Engländer.

Unter Anderem ergab sich, dass ein Karren drei Pferde erforderte, auf einem Wege, wo ein Wagen von demselben Gewichte mit gleicher Geschwindigkeit, unter sonst gleichen Umständen, von nur zwei Pferden gezogen wurde.

Am Ende aller Auseinandersetzungen gelangen Migout und Bergery zu dem gewiss richtigen Schlusse, „dass die Arbeit des Motors jedenfalls gleichmässiger und der Zug erleichtert wird, wenn man die Zahl der Räder (bis zu einer gewissen Grenze) vergrössert, und die Last so vertheilt, dass bei einem gegebenen Fahrzeuge jedes Rad einen Theil desselben trägt, so dass die Wirkung eines Hindernisses oder jedes Stosses für das eine, wie für das andere Rad möglichst gleich gross wird".

§. 8.

B. Luxusfuhrwerke[4]).

Wie bereits aus dem betreffenden geschichtlichen Abschnitte erhellt, unterscheidet sich constructiv jeder Luxuswagen von dem Lastfuhrwerke hauptsächlich durch grössere Beweglichkeit und

---

1) Ueber Percheronpferde als Zugthiere, ebenfalls mit vortrefflichen Abbildungen begleitet, handelt ein Artikel in Moll's „Encyclopédie", Tome 5, p. 284, 290 etc., Abschnitt: „Cheval".

2) Die landwirthschaftl. Geräthe und Maschinen Englands. 2. Aufl., S. 506, Nr. 2.

3) Essai sur la Théorie des affuts etc., §. 92.

4) Literatur: Rubo, L'Art du Menuisier-Carrossier, Paris 1771. Ein Werk, welches für den Bau der Wagenkasten, besonders wegen der beigegebenen schönen Kupferstiche immer noch studirt zu werden verdient. — Bickes, Anleitung zur Kenntniss und richtigen Beurtheilung aller Arten von Equipagen, oder Darstellung der Kunst der Kutschenfabrikation in ihrem ganzen Umfange. Freiburg im Breisgau 1829. Der Verfasser, seiner Zeit Chef der Schlaff'schen Kutschenfabrik zu Rastatt, hat mit genanntem Buche eine für Praktiker ganz vorzügliche Arbeit ge-

durch Eleganz mit möglichstem Comfort für die darin sitzenden Personen. Hierzu hat der Unterwagen völlig unterlaufende Vorderräder (den vierrädrigen Wagen als Prototyp genommen), der Oberwagen besitzt das eigenthümliche Kutsch- oder Bockgestell, welches mit dem stets in Federn [1]) hängenden Kasten verbunden ist, während letzterer mit gefälligen Formen und gewisser Leichtigkeit dennoch vollständige Festigkeit und Solidität vereinigt, und endlich der sich sanft fahrende Bau in der Regel eine Darlegung ausgezeichneter Leistungen der Wagner, Stellmacher, Schlosser, Sattler, Gürtler, Maler uud Lakirer ist.

Was zunächst den Vorderwagen des Untergestells anlangt, so erfordert die Erklärung desselben die gleichzeitige Mitbetrachtung derjenigen Theile, worauf der Kutscherbock ruht. Mit Zuziehung von Fig. 112 bis mit 117 (nach einem hannoverschen Postwagen gezeichnet) wird man über das Constructive

---

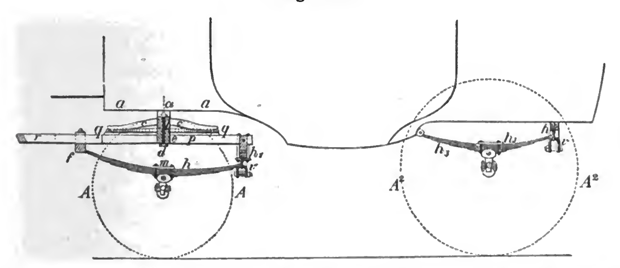
liefert, obwohl der constructive Theil Einiges, die beigegebenen Abbildungen aber noch mehr zu wünschen übrig lassen. — Lebrun, Manuel du Charron et du Carrossier. Paris 1833. Deutsch unter dem Titel: Theoretisch-praktisches Handbuch des Wagners, Stellmachers und Chaisenfabrikanten. (Auch Bd. 65 des neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke. Weimar 1835, bei Voigt). Ein lesenswerthes Buch, was in seiner deutschen Bearbeitung mit dem vorbemerkten Werke (von Bickes) verschmolzen ist. — Beckmann, Handbuch für Wagenfabrikanten. Weimar bei Voigt. 1 Aufl. 1848. Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage 1865, bearbeitet von W. Rausch, Geschäftsführer der Lindner'schen Wagenfabrik in Halle. Durch diese letztere Bearbeitung ist dies Buch zu einem sehr empfehlenswerthen seiner Art geworden, dem nur noch einige nach Maassstab gezeichnete Constructionsblätter beigegeben sein sollten. — Möser und Fink, Musterzeichnungen für Techniker. Dritte Abtheilung. Wagnerwerkstätten und Wagnerarbeiten. Darmstadt 1848. Hier finden sich speciell 25 Folioblätter nach Maassstab gezeichneter Luxusfuhrwerke, die namentlich für junge Handwerker und Techniker sehr empfehlenswerth sind. Der beigegebene Text ist höchst mangelhaft. — Album für Wagenbauer, Mustersammlung der neuesten Wagenzeichnungen. Verlag von A. Jonas in Berlin. Von ungenanntem Verfasser, der naturgemäss englische und französische Muster zu benutzen versteht. Giebt nur schöne colorirte Bilder ganzer Wagen, ohne Constructionen beizufügen. — Brice-Thomas, Le Guide du Carrossier. Revue industrielle de la Construction des Voitures, Sellerie et Harnais. Paris. (Bureaux: 164, Boulevard Haussmann). Erscheint alle zwei Monate, ist zur Zeit das Allerbeste seiner Art, zumal es auch Constructionszeichnungen in wahrer Grösse liefert. — C. J. A. Dick, Publication etc. Paris, 25 Avenue d'Antin. Veröffentlichung von bunt ausgeführten (Bildern) Zeichnungen neuester geschmackvoller Luxuswagen. „The Hub" (Zeitschrift für Wagenbau). New-York (Pearl-Street, 323). Mit recht gefälligen Illustrationen (in Holzschnitt) ausgestattet.

1) Kröncke (a. a. O. §. 76) rieth bereits 1802 auch Lastwagen mit Federn zu versehen, was in England vielfach, in Deutschland aber wenig oder gar nicht geschieht.

der Sache ohne Weiteres zur erforderlichen Einsicht gelangen, wobei kaum bemerkt zu werden braucht, dass in allen Abbildungen gleiche Theile immer mit denselben Buchstaben bezeichnet sind.

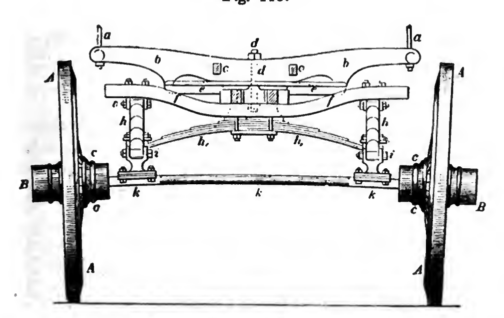
Auf der Mittelachse der Räder und zwar an den abgeplatteten Stellen *kk* beider Enden, nahe den Achsschenkeln, sind Ständer *ll* (Fig. 115 und 116

Fig. 112.



im Detail und grösseren Massstabe gezeichnet) zur Höhenausgleichung befestigt (welche als Ersatz des sonst gebräuchlichen Federholzes dienen), um sowohl

Fig. 113.



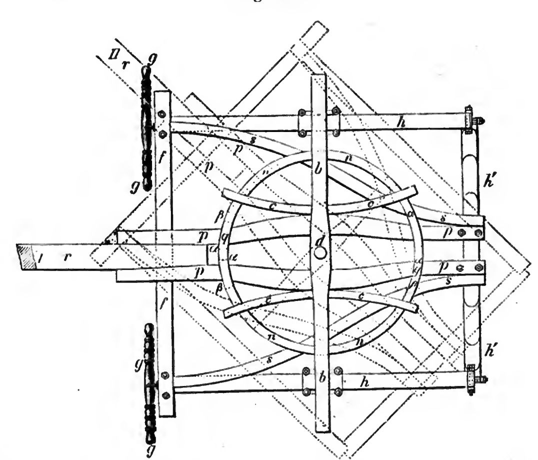
die Druckfedern *hh* gehörig zwischen *mm* anbringen, als der ganzen Feder auch eine gewisse Drehung (Beweglichkeit) um den Bolzen *i* gestatten zu können.

Diese Längenfedern *hh* sind mit ihren Enden einerseits durch Gehänge (Federtaschen) *vv* mit einer Querfeder *h'* (zu einem sogenannten Federwerke), andererseits durch den Steifschwengel oder die Sprengwage *ff* unter einander verbunden [1]), so dass (im Grundriss betrachtet) ein vollständiges Ge-

1) Bei *f* Fig. 112 sind durch ein Versehen des Zeichners die Gehänge *v* am anderen Ende weggelassen.

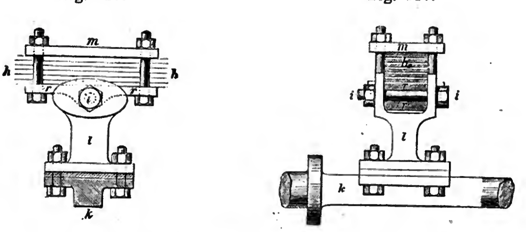
vier (ein Rechteck) *fhh'h* (Fig. 114) gebildet wird. Aus Fig. 112 und 113 erhellt übrigens, dass die Mitte der Querfeder *h'* an einem Klotze (Federklotz genannt) befestigt ist, der zwischen den hinteren Enden der sogenannten Arme *pp* herabhängt. Zur festeren Verbindung (Verstrebung) dieses Geviers dienen

Fig. 114.



sowohl die sogenannten Streitstangen (Strichstangen) *ss*, als auch die bereits genannten, in der Mitte (nach der Längenrichtung) durchgehenden Arme *pp*, die nach vorn hin zugleich die Scheere zur Aufnahme der Deichsel *r* bilden.

Fig. 115. Fig. 116.

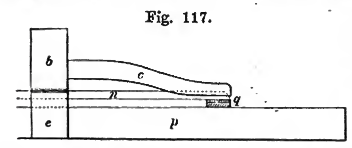


Quer über den Armen *pp*, in der Mitte des Vierecks *fhh'h*, woselbst für die Drehung des ganzen Untergestells der Schlossnagel, Spannnagel (Reibnagel) *d* angebracht werden muss, ist als Träger und Zange der sogenannte Achsstock *e* (Fig. 112 und 113) befestigt, dessen Enden bis zu den Streitstangen *ss* reichen, woselbst sie gehörig eingeschnitten sind.

Den Hauptträger des Bockgestelles[1]) bildet der sogenannte Bockschemel *bb*, womit der kreisförmige Ring, Kranz (Scheibenkranz) *nn* (Fig. 114), als auch die krummen Versteifungen, Bügel *cc*, die Zwieseln (nach der Sprache der Praktiker) zu einem Ganzen vereinigt sind. Mit den äusseren Enden des Bockschemels *b* wird endlich der Wagenkasten durch Schraubenbolzen *aa* (Fig. 113) fest verbunden. Während hiernach Bockschemel, Kranz und Zwieseln unten am Wagenkasten unverrückbar befestigt sind, machen ebenso Achsstock *e*, Arme *pp* (Fig. 114) Sprengwaage *f* und Streitstangen *ss* einen unter einander fest verbundenen Bau aus, der sich indess mit Vorderachse und zugehörigen Rädern um den Schlossnagel *d* drehen lässt, und dessen Lage zu sämmtlichen bis jetzt genannten Theilen am deutlichsten aus Fig. 112 erhellt. Das Vordergestell in verdrehter Richtung gegen die Längenausdehnung des ganzen Wagens ist Fig. 114 punktirt angegeben und dabei die Deichsel *r* zur Unterscheidung (von der unverdrehten Lage *I*) noch mit *II* bezeichnet.

Um die Reibung zwischen dem Kranze *nn*, den betreffenden darunter liegenden Theilen der Arme *pp* und den Streitstangen *ss* möglichst herabzuziehen, hat man nicht nur die Unterseite des Kranzes an zwei Stellen auf eine geeignete Bogenlänge ($\alpha\beta$ Fig. 114) vorn und hinten mit Eisen beschlagen, sondern auch auf den Armen correspondirende, concentrische, ebenfalls eiserne Ringstücken (die Vorder- und Hinterkranzfelgen) *qq* angebracht, deren Lage zu den übrigen genannten Theilen (Bockschemel *b*, Zwieseln *c*, Scheibenkranz *n*, Arme *p* und Achsstock *e*) am besten aus der in grösserem Maassstabe gezeichneten Fig. 117 erhellt[2]).

Fig. 117.



Eine bei weitem elegantere Construction der so eben beschriebenen Theile eines sogenannten Vordergestelles zeigt Fig. 118, welche einem Preiscourant der ausgezeichneten Fabrik von Kutschwagenbestandtheilen, der Firma Dick und Kirschten (Inhaber C. T. Wecker) zu Offenbach am Main (Grossherz. Hessen) entnommen ist.

In dieser Abbildung (Fig. 118) sind alle Theile mit denselben Buchstaben wie in den vorhergehenden Figuren bezeichnet[3]), so dass eine besondere Erklärung nicht erforderlich ist.

Was den Hinterwagen in Fig. 112 anlangt, so erhellt die Verbindung der Langfedern h_3 mit der Querfeder *h*, den zugehörigen Federtaschen *v* etc. mit

---

1) In der Abbildung Fig. 114 ist das Achsholz (der Achsstock) *e* nur punktirt (bei verdrehtem Unterwagen sichtbar) und erscheint dort demgemäss den Bockschemel *b* kreuzend als Durchmesser des Kranzes, eines mit *nn qq* bezeichneten Kreises.

2) Durch ein Versehen des Zeichners ist in Fig. 117 nur die hintere Kranzfelge *q* im Durchschnitte gezeichnet. Man vergleiche übrigens hiermit die entsprechende Stelle der Fig. 112.

3) Der Uebersicht wegen stellen wir die Namen aller bereits besprochenen Theile von Fig. 118 hier zusammen. Es ist *b* der Bockschemel, *cc* sind die Zwieseln, *nn* ist der Kranz, *ee* der Achsstock, *pp* die Arme, *ff* die Sprengwaage, und zwar diese als englischer Steifschwengel ausgeführt.

Hinterachse und Wagenkasten ohne Weiteres aus der Abbildung. Der Wagen (Fig. 112) ist ohne Langbaum ausgeführt und kommen wir später auf das Constructive des Gegenstandes speciell zurück.

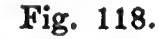
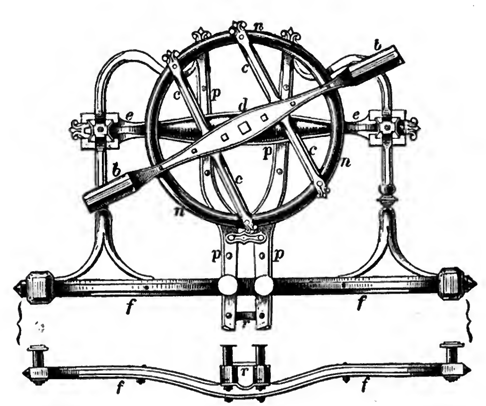


Fig. 118.



Eine förmliche Musterkarte verschiedener Arten von Constructionen des Vordergestelles eleganter Luxuswagen, nach Modellen des Fabrikanten Hannover, vormals Frémont in Paris gezeichnet, nebst Dimensionen und Verkaufspreisen, findet sich in Oppermann's Portefeuille économique des Machines, Jahrgang 1874, p. 83, Pl. 40 unter der Ueberschrift: „Types d'avant-trains pour Carosserie et Charronage".

Was von den Rädern AA und A^2A^2 Fig. 112 des besprochenen Untergestelles noch zu erörtern übrig ist, betrifft im Wesentlichen nur die hier angewandten englischen Patentachsen und zugehörigen Nabenbüchsen, deren Verbindung mit dem Rade aus Fig. 119 erhellt, während Fig. 120 bis 126 entsprechende Details derselben ($^1/_{12}$ wahrer Grösse) sind. Diese Achsen kz und Achsenbüchsen stammen von einem Engländer John Collinge her, der bereits 1787 das erste Patent [1]) auf die Construction derselben nahm und sie später noch verbesserte, bis sie die Gestalt unserer Abbildungen erhielten, in der sie jetzt ganz allgemein bei Luxusfuhrwerken Anwendung finden. Gegenwärtig verfertigt man Collinge-Achsen und Büchsen in Deutschland eben so gut wie in England.

---

1) Patent Specification Nr. 1626 vom 1. December 1787. John Collinge: Carriage and other Wheel-Boxes and Axles. — Ein zweites Patent, unter Nr. 1899, datirt vom 17. August 1792; ein drittes Nr. 3410 vom 9. September 1811. Sämmtliche Specificationen sind mit Abbildungen begleitet.

Eine Abart dieser Construction (aber auch von **Collinge** bereits angegeben), etwas einfacher und deshalb wohlfeiler, bilden die früher vorzugsweise

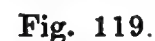
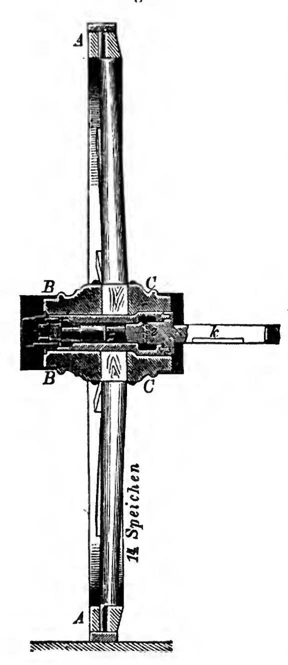


Fig. 119.



bei den englischen Briefpostwagen angewandten Achsen und Achsbüchsen, die man deshalb auch noch heute unter dem Namen Mail-Patent-Achsen kennt und wovon Fig. 127 bis mit 130 ebenfalls genaue Abbildungen (in $^1/_{12}$ der natürlichen Grösse) sind.

Bei beiden Achsen und Büchsen sind gleiche Theile mit denselben Buchstaben bezeichnet. So in sämmtlichen Figuren die eigentliche Achse mit A, die Achsschenkel mit B, die Nabenbüchse mit D, die Stossscheibe mit E etc. Zwischen D und E ist (Fig. 121) eine ringförmige Lederscheibe v gelegt, die sowohl zur Dichtung als dazu dienen soll, etwaige Seitenstösse minder schädlich zu machen. Die ebenfalls cylindrische Erweiterung F der Büchse D bildet in ihrem hohlen Raume die Kammer zur Aufnahme des Oeles oder der Schmiere, zu welchem Raume man jedoch nur gelangen kann, wenn alle Theile der ganzen Patentbüchse auseinander genommen werden. Der Hauptunterschied zwischen **Collinge** und **Mail** liegt in der Art und Weise, wie das Ablaufen der Achsbüchse D, respective des ganzen Rades vermieden wird.

Bei **Collinge** ist der betreffende Hauptheil der sogenannte Kragen x (Fig. 125 in drei verschiedenen Ansichten gezeichnet), gegen dessen schiefe Fläche $\alpha\beta$ sich der dünnere Theil der Büchse D lehnt, wie Fig. 121 hinlänglich erkennen lässt. Innerhalb ist dieser Ring nicht ganz kreisförmig, sondern an einer Stelle δ (Fig. 125) abgeplattet, welche Abplattung mit dem ebenso gestalteten Theil w des Achsschenkels übereinstimmt, wovon Fig. 124 den Durchschnitt nach der Linie 3...4 Fig. 120 zeigt.

Leicht wird man erkennen, dass der Zweck dieser Anordnung einfach der ist, das Drehen des Kragens zu verhindern, wenn derselbe auf der gehörigen Stelle aufgebracht wurde. Der Kragen x wird wieder mittelst der beiden Schraubenmuttern y und z am Herunterschieben in der Achsenrichtung verhindert, wozu unter Umständen die Achsbüchse D ein nicht geringes Bestreben hervorbringt. Dabei ist die eine Schraube y eine **rechtsgängige**, dagegen die andere z eine **linksgängige**, damit sowohl beim Vor- wie Rückwärtsfahren ein Losgehen nicht zu befürchten steht; endlich wird noch vor der

Mutter *z* ein Vorsteckstift eingebracht. Das ganze vordere Ende der Büchse *D* verschliesst endlich eine Staubkapsel *G*.

Jede der Büchsen *D* ist an ihrer Aussenfläche (am stärkeren Theile) mit

Fig. 120.

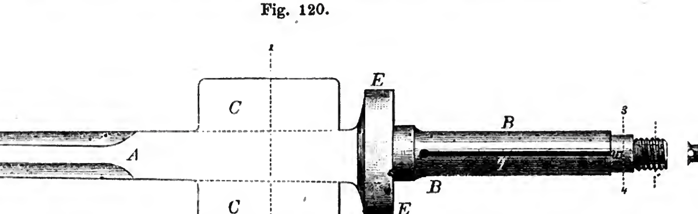
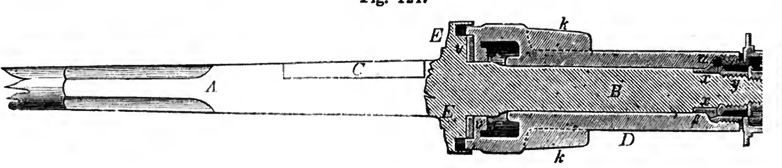


Fig. 121.



zwei Nasen *k* versehen, die zum Festkeilen der Büchse in der hölzernen Radnabe und also dazu dienen, ein vollständiges Umdrehen der Büchse in der Nabe zu verhindern. Schliesslich werde bemerkt, dass *q* eine Schmierrille und

Fig. 122.

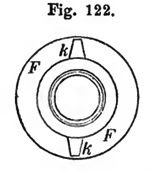


Fig. 123.

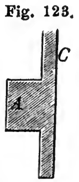
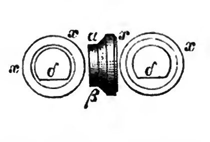


Fig. 124.



Fig. 125.



C der Lappen ist, auf welchem die Federn zum Tragen des Wagenkastens befestigt werden.

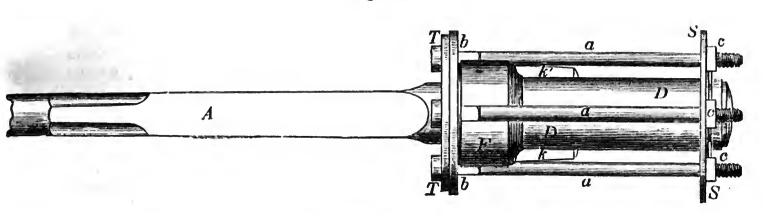
Bei der Mail-Patent-Achse wird das Ablaufen der Büchse *D* nebst Rad vom Schenkel *B* mittelst zweier schmiedeeiserner Scheiben *S* und *T* (Fig. 126) vermieden, welche durch drei Schraubenbolzen *a* mit einander vereinigt sind und die Büchse *D* zwischen sich fassen.

Dabei ist *b* wieder eine Lederscheibe, gegen welche sich der äusserste, besonders abgedrehte Rand *m* (Fig. 127) am weiten Ende der Büchse lehnt und beim Umdrehen der Büchse reibt. Von den in Fig. 127 weggelassenen Scheiben *T* und *S* hat letztere ihren Platz in dem ringförmigen Raume *nn* zwischen der Kapsel *G* und der Büchse *D*.

Was schliesslich die Vorzüge der einen oder anderen der beschriebenen Achsen betrifft, so ist man selbst in ihrem Vaterlande England noch nicht ganz einig.

Einleuchten dürfte jedoch die grössere Sicherheit der Mail-Büchse, weil hier ein Losgehen der drei Schraubenmuttern *c* gewiss weit weniger zu er-

Fig. 126.



warten steht, als dies bei den Schrauben *y* und *z* der Collinge der Fall ist, welche den ganzen Seitendruck der Büchse *D* auszuhalten haben, der bei Mail von dem Ansatze *E* (Fig. 129), gegen welchen sich im schlimmsten Falle die Lederscheibe *b* (Fig. 126) lehnt, aufgenommen wird. Dagegen haben die Collinge den Vorzug des grösseren Dichthaltens gegen Schmutz und Staub, was

Fig. 127.

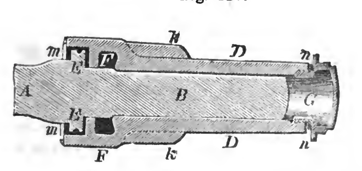
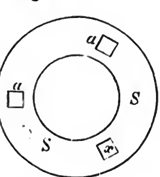


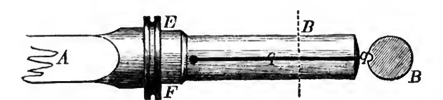
Fig. 128.

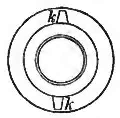


sofort aus der Vergleichung der Durchschnittsfiguren Fig. 121 und 127 klar werden wird, wo bei der Mail der Achsschenkel *B* völlig offen liegt, sobald die Staubbüchse *G* entfernt wird, bei der Collinge dagegen der Kragen *x* ein neues

Fig. 129.


Fig. 130.





Mittel der Absperrung für Unreinigkeiten bildet, welche bereits in die Büchse *G* gelangt sein möchten. Dass Mail eine stärkere Nabe (unter sonst gleichen Umständen) als Collinge erfordert, dürfte namentlich für elegante Stadtwagen

gegen jene sprechen, sowie andererseits der jedenfalls höhere Preis der Collinge nicht ganz zu übersehen sein wird[1]).

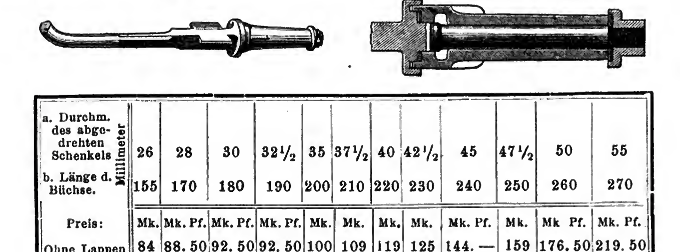
Fig. 135 auf Seite 120 zeigt (in $^1/_{48}$ wahrer Grösse) einen leichten, sechssitzigen hannoverschen Postwagen, dessen Untergestell (bis auf Kleinigkeiten) der vorbeschriebenen Anordnung entspricht. Der Unterwagen ist ohne Langbaum construirt.

Der auf sechs Federn (vier Seitenfedern *pp* und zwei Querfedern *qq*) ruhende Oberwagen besteht aus dem sogenannten Schiffe *aa* mit Platz für sechs Personen, aus einem Hintermagazine (Gondel genannt) *c*, einem Vordermagazine *e* (Magazin unter dem Bocke *b*) und auf der Schiffdecke

---

1) Der Fabrik von Dick & Kirschten (C. T. Wecker), der grössten und berühmtesten ihrer Art im deutschen Reiche, verdankt der Verfasser nachstehenden Preis-Courant (für 1875) über verschiedene Achsen. Collinge-Patent-Achsen (Fig. 131 und 132) mit Messingkapsel, Rothgussring und 2 Rothgussmuttern, geschweissten Scheiben, Schenkel und Büchsen gehärtet.

Fig. 131. Fig. 132.



Millimeter												
a. Durchm. des abgedrehten Schenkels	26	28	30	32½	35	37½	40	42½	45	47½	50	55
b. Länge d. Büchse.	155	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270
Preis:	Mk.	Mk. Pf.	Mk. Pf.	Mk. Pf.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk. Pf.	Mk.	Mk Pf.	Mk. Pf.
Ohne Lappen	84	88. 50	92. 50	92. 50	100	109	119	125	144. —	159	176. 50	219. 50
Mit Lappen .	87	91. 50	96. —	96. —	103	113	123	130	149. 50	165	183. —	228. —

Bemerkung: Diese Preise verstehen sich per Garnitur (4 Schenkel) mit Schlüssel.

Patent-Schmier-Achsen (Halb-Patent-Achsen) mit einer sechseckigen schmiedeeisernen Mutter, geschweissten Scheiben, Schenkel und Büchsen gehärtet.

Millimeter										
a. Durchmesser des abgedrehten Schenkels	30	32½	35	37½	40	42½	45	47½	50	55
b. Länge der Büchse	160	160	175	185	195	205	215	225	230	235
Preis:	Mk.	Mk.	Mk.	M. Pf.	Mk. Pf.	Mk. Pf	Mk. Pf.	Mk. Pf.	Mk. Pf.	Mk.
Ohne Lappen	75	75	82	89.—	99. —	104. —	119. 50	134. 50	148. 50	185
Mit Lappen	78	78	86	93.50	103. 50	109. 50	125. 50	139. —	155. —	193

Bemerkung: Diese Preise verstehen sich per Garnitur (4 Schenkel) ohne Schlüssel.

aus einer mit Leder überzogenen Aufschnallkiste *d* (Vache [1]) genannt). In unserem speciellen Falle wird die Vache *d* durch eine die Bedachung des Schiffes umlaufende Zarge (Kranz) gebildet und ihr Innenraum durch eine mit Haken und Kette versehene Decke aus Rindsleder entsprechend geschützt.

Vermittelst einer seitwärts, rechts am Bock angebrachten Handkurbel wird durch eine Backenbremse an der Vorderseite der Hinterräder die beim Bergabfahren erforderliche Hemmung bewirkt.

Fig. 136 und 137 zeigen die specielle Anordnung dieser Bremse. *DD* sind die beiden Bremsbacken, deren Kniestücke *E* am Boden des Wagenkastens aufgehangen sind. Die entsprechend vervielfachte Kraft des an der Kurbel *L* angreifenden Bremsers wird mittelst einer Zugstange N auf eine Art Knie-

---

Ordinäre Schmier-Achsen mit einer sechseckigen schmiedeeisernen Mutter, geschweissten Scheiben, gehärteten Schenkeln und ungehärteten Büchsen.

Millimeter										
a. Durchm. des abgedr. Schenkels	30	$32\frac{1}{2}$	35	$37\frac{1}{2}$	40	$42\frac{1}{2}$	45	$47\frac{1}{2}$	50	55
b. Länge d. Büchse	170	170	185	195	205	215	225	235	240	245
Preis:	Mk. Pf.	Mk. Pf.	Mk. Pf.	Mk. Pf.	Mk. Pf.	Mk. Pf.	Mk. Pf.	Mk. Pf.	Mk. Pf.	Mk.
Ohne Lappen . .	47. —	47. —	53. —	58. 50	65. 50	73. 50	85. —	96. 50	108. 50	123
Mit Lappen	50. 50	50. 50	55. 50	63. —	70. 50	79. —	91. 50	103. 50	118. 50	131

Bemerkung: Diese Preise verstehen sich per Garnitur (4 Schenkel) ohne Schlüssel und ohne Vorstecker. Achsen mit Vorsteckern werden Mark 1. 20 per Garnitur höher berechnet.

Gekröpfte (abgebogene) Achsen (Fig. 133 und 134). Für die Kröpfung



Fig. 133.

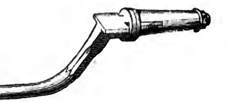


Fig. 134.

zweier Schenkel bis zu 100 Millimeter Höhe kommen auf die Preise der geraden Achsen folgende Zuschläge in Ansatz:

bei Achsen von $30-37\frac{1}{2}$ mm Stärke Mk. 19. —
„ „ „ $40-42\frac{1}{2}$ „ „ „ 22. —
„ „ „ $45-47\frac{1}{2}$ „ „ „ 30. —
„ „ „ 50—55 „ „ „ 33. 50.

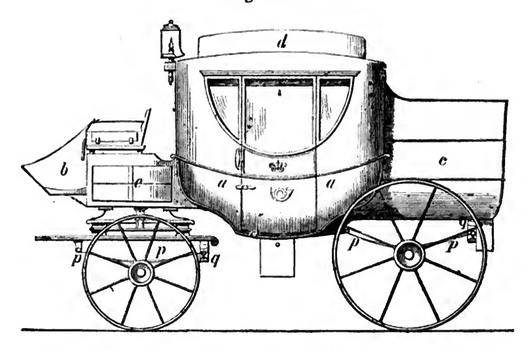
Bei Bestellung gekröpfter Achsen ist die Form der Kröpfung, sowie deren Höhe anzugeben, oder Zeichnung in wirklicher Grösse beizufügen. Kröpfungen über 100 Millimeter werden höher berechnet.

Garantie: Für die Güte sämmtlicher Achsen wird auf die Dauer eines Jahres vom Tage der Factura an in der Weise garantirt, dass gebrochene Schenkel gratis durch neue ersetzt werden.

1) Vom französischen Worte Vache, Kuh, Kuhhautleder.

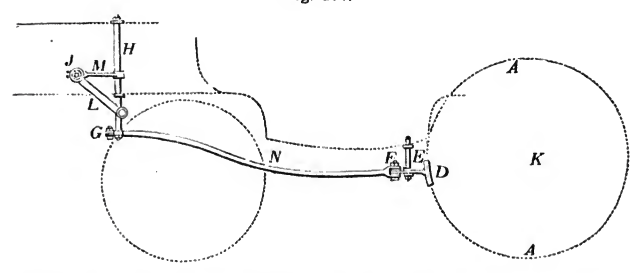
hebelpaar *FED* (dessen unverrückbare Drehpunkte *E* sind) übergetragen und durch letzteren Mechanismus die Bremskraft noch mehr vergrössert.

Fig. 135.



Die bedeutendste Multiplication der Kraft des Bremsers wird aber durch eine Schraube *S* hervorgebracht, deren Mutter *R* vorn am Bockrahmenstücke *U* unverrückbar befestigt ist. Bei der Drehung an der Kurbel *L* wird dem-

Fig. 136.



nach die Schraube *S* gleichzeitig in eine drehende und fortschreitende Bewegung versetzt.

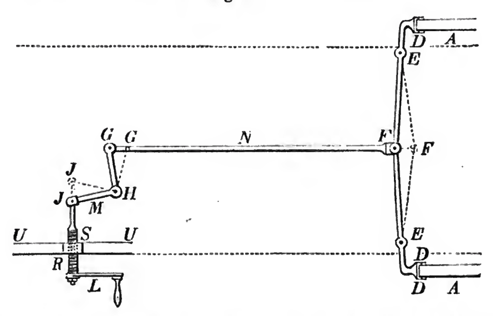
Zur Umsetzuug der Bewegungsrichtung um 90 Grad dient ein an der kurzen Stange *H* unter dem Kutscherbocke aufgehangener Winkelhebel *JHG*.

Das Gewicht eines derartigen unbeladenen Postwagens darf, bei der Ablieferung aus der Fabrik, 18 Ctnr. nicht überschreiten. Für gewöhnliche Fälle wird stets zweispännig gefahren [1]).

1) Nicht ohne Werth dürften einige der dem Verfasser (amtlich) vorliegenden Dimensions- und Gewichtsverhältnisse dieses Postwagens sein:

Fig. 138 und 139 (in $^1/_{10}$ wahrer Grösse) lassen noch die Hauptdimensionen eines früheren hannoverschen kleinen einspännigen **Post-Omnibus** erkennen, wobei der Oberwagen ebenfalls auf sechs Druckfedern *p* ruht. Der Unterwagen ist wieder ohne Langbaum construirt[1].

Fig. 137.



I. **Unterwagen.**

Höhe der Vorderräder	3	Fuss	3	Zoll hann.*)
„ „ Hinterräder	4	„	3	„ „
Distanz von Achse zu Achse	7	„	6	„ „
Breite der Radreifen	—	„	$2^1/_4$	„ „
Stärke „ „	—	„	$^5/_8$	„ „
Spurbreite (von der Aussenseite der einen Felge bis zur Innenseite der anderen gemessen)	4	„	10	„ „
Achsdicke (Collinge-Büchse mit Sandkapsel) im Schenkel	—	„	$1^1/_2$	„ „
Achsdicke (Collinge-Büchse mit Sandkapsel) in der Mittelachse	—	„	$1^7/_8$	„ „
Büchsenlänge	—	„	10	„ „
Länge der Seitenfedern *pp*	3	„	8	„ „
„ „ Querfedern *qq*	3	„	4	„ „

II. **Oberwagen.**

Schiff: **Höhe** vom Boden bis an die Bedachung	5	„	4	„ „
Länge von der Vorderwand zur Rückwand oben unter der Decke	6	„	—	„ „
Breite von einer Thür zur anderen	5	„	6	„ „
Tiefe des Platzes auf dem Sitzkissen	1	„	$8^1/_2$	„ „

*) 1 Fuss hannov. = 0,292 Meter. 1 Meter = 3,424 Fuss hannov. 1 Zoll hannov. = $24^1/_3$ Millimeter.

1) Einige Hauptdimensionen dieses Omnibus werden auch hier nicht ohne Interesse sein.

I. **Unterwagen.**

Höhe der Vorderräder	3	Fuss	6	Zoll hann.
„ „ Hinterräder	4	„	4	„ „

Der Kutschkasten besteht aus einem Schiffe *aa*, worin (wie Fig. 139 erkennen lässt) vier Personen bequem sitzen können, ferner aus einer Vache *c* und einem Magazine *d* unter dem Bocke *b*.

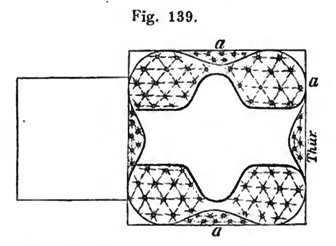
Fig. 138.

Als Gespann dieses Omnibus verwendet man nach Umständen ein Pferd oder zwei Pferde.

Der Wagenfabrikant hat Sorge zu tragen, dass das Totalgewicht höchstens 1250 Pfd. (625 Kil.) beträgt.

Der äusserst gütigen Zuvorkommenheit des deutschen Reichs-Postmeisters, Sr. Excellenz Dr. Stephan in Berlin, verdankt der Verfasser eine ausgezeichnete Sammlung von lithg. Abbildungen und Beschreibungen verschiedener Postwagen und Zubehör der Gegenwart. Die nachstehenden Fig. 140 bis mit 145 dieser Sammlung entlehnt, zeigen einen viersitzigen Postwagen mit Langbaum (statt Fig. 135, ohne sichtbaren Langbaum), wobei die Buchstabenbezeichnung von Fig. 135, bis auf die mit *rr* bezeichneten elliptischen Federn am Vorderwagen dieselben sind. Von der zu Gebote gestellten Beschreibung folgt im Nachstehenden ein Auszug:

Fig. 139.



Wagen dieser Art (mit Langbaum construirt) sind hauptsächlich für unchaussirte Strassen bestimmt und erfolgt in der Regel die Beförderung mit zwei

---

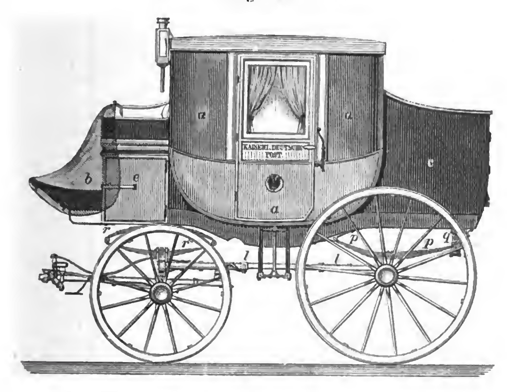
Distanz von Mitte zu Mitte der Achse	5	Fuss	2	Zoll hann.
Radreifenbreite	—	„	2	„ „
Spurweite (wie vorher gemessen)	4	„	10	„ „

II. Schiff.

Höhe vom Boden bis an die Bedachung	5	„	4	„ „
Breite von Rückwand zu Rückwand, oben unter der Decke	5	„	—	„ „
Länge auf dem Sitzkissen	4	„	$3^1/_4$	„ „

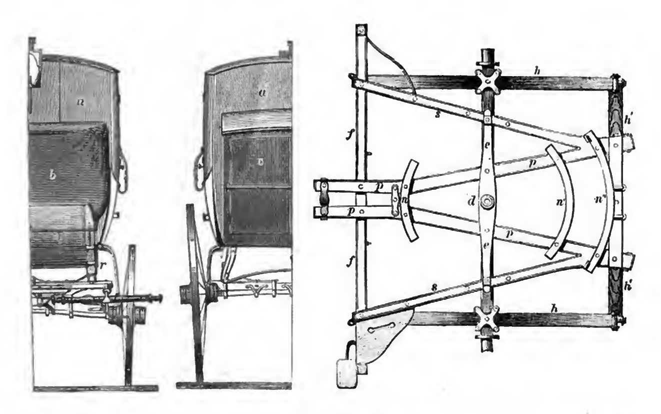
Pferden; ausnahmsweise (auf besonders schwierigen Wegen) ist eine Mehrbespannung gestattet.

Fig. 140.



Die Hauptmaasse des Wagens etc. sind in umstehender Note verzeichnet, wozu noch bemerkt werden muss, dass das Gewicht des Wagens, mit Ausschluss

Fig. 141. Fig. 142. Fig. 143.



der Deichsel, der Ortscheite und des Vorrathszeuges 737½ Kilogramm (14¾ Zoll-Centner) nicht übersteigen darf.

Der Wagenkasten besteht aus einer zur Aufnahme von vier Personen

Hauptmaasse des viersitzigen

Bestandtheile des Wagens.	Meter.	Fuss.	Zoll. (rheinl.)
Spurweite.			
Von Mitte zu Mitte der Felgen	1,360	4	4
Holztheile.			
a. Gestell.			
Länge des Gestells von Mitte zu Mitte beider Achsen . . .	1,674	5	4
Länge des vorderen Achsfutters (Mittelachse).	1,125	3	7
Länge des hinteren Achsfutters	1,131	3	$7\frac{1}{4}$
Länge der Vorderarme vor dem Achsfutter	0,889	2	10
Stärke derselben	0,049	—	$1\frac{7}{8}$
Länge der Hinterarme	0,842	3	—
Stärke derselben	0,036	—	$1\frac{3}{8}$
Länge des Bockschemels von Mitte zu Mitte der Federn . .	1,020	3	3
Stärke desselben in der Mitte	0,072	—	$2\frac{3}{4}$
Stärke desselben am Ende	0,029	—	$1\frac{1}{8}$
Höhe desselben in der Mitte	0,098	—	$3\frac{3}{4}$
Höhe desselben am Ende	0,052	—	2
Stärke des vorderen Achsfutters in der Mitte	0,072	—	$2\frac{3}{4}$
Höhe desselben in der Mitte	0,085	—	$3\frac{1}{4}$
Höhe des hinteren Achsfutters in der Mitte	0,065	—	$2\frac{1}{2}$
Stärke desselben oben	0,029	—	$1\frac{1}{8}$
Stärke des Langbaums	0,049	—	$1\frac{7}{8}$
Höhe desselben	0,052	—	2
Entfernung der hinteren Kranzfelge von der Mitte des Spannnagels	0,497	1	7
Breite der Kranzfelgen	0,033	—	$1\frac{1}{4}$
Länge der losen Sprengwaage	1,203	3	10
Stärke derselben	0,046	—	$1\frac{3}{4}$
Entfernung der Sprengwaage vom Achsfutter	0,706	2	3
Länge der Deichselstange	3,609	11	6
b. Räder.			
Ganze Höhe des Vorderrades	1,020	3	3
Ganze Höhe des Hinterrades	1,308	4	2
Sturz des Vorderrades vor den Felgen	0,163	—	$6\frac{1}{4}$
Sturz des Hinterrades vor den Felgen	0,177	—	$6\frac{3}{4}$
Breite der Felgen auf der Bahn	0,052	—	2
Höhe der Felgen	0,046	—	$1\frac{3}{4}$
Breite der Speichen	0,046	—	$1\frac{3}{4}$
Stärke derselben	0,020	—	$\frac{3}{4}$
Stärke der Vordernaben	0,160	—	$6\frac{1}{8}$
Stärke der Hinternaben	0,163	—	$6\frac{1}{4}$
Länge der Naben	0,216	—	$8\frac{1}{4}$
c. Kasten.			
Breite der Thür	0,562	1	$9\frac{1}{2}$
Länge in den Armlehnen	0,523	1	8
Ganze Länge des Kastens in der Höhe der Armlehnen . . .	1,608	5	$1\frac{1}{2}$
Lichten-Länge von der Vorderwand bis zur Rückwand . . .	1,537	4	$10\frac{3}{4}$
Breite in der Rückwand und in der Vorderwand in der Höhe der Schultern äusserlich	1,177	3	9
Lichten-Breite in der Rückwand und in der Vorderwand . .	1,125	3	7
Ganze Breite in der Mittelsäule in der Höhe der Armlehnen	1,308	4	2
Lichten-Breite in der Mittelsäule in der Höhe der Armlehnen	1,177	3	9
Lichten-Breite über der Sitzschwinge	1,072	3	5

eingerichteten Berline *aa* (Fig. 46, S. 49 und Fig. 49 S. 51), einem zum Ver-

Postwagens Fig. 140 bis mit 142.

Bestandtheile des Wagens.	Meter.	Fuss. (rheinl.)	Zoll.
Breite des Bodens äusserlich am Schweller	1,072	3	5
Tiefe der Sitzrahmen	0,549	1	9
Raum zwischen den Sitzen	0,418	1	4
Höhe vom Fussboden bis über die Sitzschwinge	0,301	—	11½
Höhe von der Sitzschwinge bis unter die Spriegel in der Mitte	1,216	3	10½
Höhe vom Fussboden bis unter die Spriegel in der Mitte	1,517	4	10
Höhe der Thür vom Schweller bis unter den Deckrahmen	1,229	3	11
Höhe des versenkten Bodens	0,144	—	5½
Höhe der unteren Tafel von der unteren Kante des Schwellers bis unter die Armlehnen	0,471	1	6
Höhe der Thürfüllung	0,170	—	6½
Höhe der Thürfenster im Lichten	0,575	1	10
Breite derselben im Lichten	0,471	1	6
Lichten-Höhe der etwa anzubringenden festen Seitenfenster an der längeren Seite	0,523	1	8
Lichten-Höhe dieser Fenster an der kürzeren Seite	0,451	1	5¼
Breite der Seitenfenster oben	0,353	1	1½
Logen der Spriegel oder Decke	0,131	—	5
Stärke der Schweller	0,052	—	2
Breite derselben	0,105	—	4
d. Hintermagazin.			
Länge des Hintermagazins äusserlich	0,785	2	6
Höhe desselben hinten an der Seite äusserlich	0,863	2	9
Nach dem Wagen-Kasten steigend	0,131	—	5
Breite des Hintermagazins unten äusserlich	0,994	3	2
Breite desselben oben	1,033	3	3½
e. Vordermagazin.			
Länge des Vordermagazins äusserlich	0,497	1	7
Höhe desselben an der Seite äusserlich	0,523	1	8
Breite desselben	0,968	3	1
f. Bocksitz.			
Tiefe des Bockrahmens	0,445	1	5
Länge desselben	1,138	3	7½
Länge des Fussbretts	0,889	2	10
Eisentheile.			
Länge der Achsschenkel ohne Stossscheiden	0,183	—	7
Stärke derselben am Stoss	0,046	—	1¾
Stärke derselben an der Achsmutter	0,043	—	1⅝
Stärke der Mittelachse an der Stossscheibe	0,046	—	1¾
Stärke derselben in der Mitte	0,026	—	1
Breite der Mittelachse	0,046	—	1¾
Stärke der Stossscheiben	0,023	—	⅞
Breite der Radreifen	0,052	—	2
Stärke derselben	0,013	—	½
Länge der Gestellfedern von Mitte zu Mitte der Federrolle	0,628	2	—
Breite derselben	0,059	—	2¼
Stärke derselben	0,039	—	1½
Bogen derselben von Mitte zu Mitte der Federrolle	0,065	—	2½
Zahl der Lagen . . . 6 bis 7 Stück.			
Länge der Kastenfeder von Mitte zu Mitte der Federrolle	0,994	3	2
Breite derselben	0,059	—	2¼
Stärke derselben	0,046	—	1¾
Bogen derselben	0,092	—	3½
Zahl der Lagen . . . 7 bis 8 Stück.			

laden der Poststücke ohne declarirten Werth bestimmten Hintermagazine *c* und aus einem unter dem Bocksitz *b* angebrachten Vordermagazin, in welches die Briefbeutel nebst den Packeten mit declarirtem Werth verpackt werden.

Das hölzerne Gerippe des Wagenkastens wird mit eisernen (glatt gehämmerten und äusserlich mit Sandstein sorgfältig abgeschliffenen) Blechtafeln von solcher Dicke bekleidet, dass 400 Quadrat-Centimeter das Gewicht von 250 Gramm nicht überschreiten. Nach Bedürfniss kann auch dieser Wagen mit einer Vache (*b* Fig. 135) versehen werden. Das Untergestell des Wagens lässt Fig. 143 erkennen, worin gleiche Buchstaben dieselben Theile wie in Fig. 114 bezeichnen.

Fig. 144.

Schliesslich folgen noch (Fig. 144 bis mit 145) Abbildungen der Hemmvorrichtung des Wagens. Die dem Verfasser zugestellte Original-Beschreibung ist folgende:

Die mit einem hölzernen drehbaren Hefte versehene Kurbel *a* wird auf dem vierkantigen Zapfen der Spindel *b* befestigt. Diese Spindel hat an dem anderen Ende ein 10 Zoll langes, flaches Gewinde; durch dieses Gewinde wird die Mutter *f*, an deren Zapfen die Scheere *g* durch zwei Splinte befestigt ist, auf- und niedergedreht. Das Gewinde der Spindel



Fig. 145.

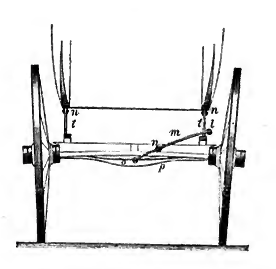
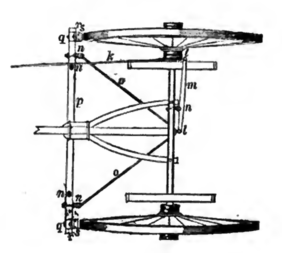


Fig. 146.



wird durch eine Blechhülse *e* vor Schmutz geschützt. Die Spindel bewegt sich oben in der, an die Geldlade angeschraubten Führung *d* und unten in einem Zapfen der Unterstützung *h*. Das Herausheben der Spindel wird durch den verbohrten Ring *c* verhindert, welcher an derselben, unterhalb der Führung *d* angebracht ist.

Die gabelförmige Scheere *g* ist durch ein Charnier mit dem vorderen Schenkel des Winkels *i* verbunden. Der Drehpunkt des Winkels wird ebenfalls durch ein Charnier hergestellt, welches denselben mit dem Doppeltheile der Unterstützung *h* verbindet.

An dem hintern Schenkel des Winkels *i*, welcher, um das Verbiegen der Zugstange zu verhindern, an dieser Stelle einen länglichen Schlitz hat, ist die Zugstange *k* mittelst eines Charniers befestigt. Dieselbe läuft äusserlich unter dem Kasten an der Bodenbacke bis zum Hebel *m*, mit dessen längerem Arme sie durch eine sogenannte Mainotte *l* verbunden ist.

Der Drehpunkt des Hebels *m* wird mittelst eines Charnierklobens *n*, welcher an dem Achsfutter befestigt ist, hergestellt. An dem kürzeren Arme des Hebels ist die Verbindungsstange *o* durch eine andere Mainotte l befestigt. Die Bolzenköpfe der Mainotten müssen sich oberhalb des Hebels befinden.

Der hölzerne Hemmbalken *p* ist durch zwei andere Charnierkloben *n* mit der Zugstange *o* verbunden.

Die Aufhängung des Hemmbalkens geschieht mittelst zweier, auf demselben befindlichen Charnierkloben und mittelst der Hängelaschen *t* an den Kastenschwellern. Die Verbindung dieser Hängelaschen mit den Kastenschwellern wird ebenfalls durch Charnierkloben bewirkt.

Die gusseisernen Hemmsohlen (Bremsbacken) *ss* hängen in den Führungsstücken *rr*, deren innere Seite keilförmig von oben nach unten ausgearbeitet ist, so dass, obwohl die Sohlen frei eingeschoben sind, letztere nicht hindurch fallen können, sondern sich immer fester ziehen. Die Führungsstücke *rr* werden mittelst Mutterschrauben durch die Kloben *qq* befestigt.

Ohne hier in Specialitäten auf den Bau der Kutschwagenkasten einzugehen, welches bei der grossen Verschiedenheit der Wagengattungen sowohl schwierig sein, als ausserhalb der Grenzen unseres Buches liegen würde [1]), erfordert es doch die jedem jungen Techniker etc. nothwendige Uebersicht des Gegenstandes, hier wenigstens einige der constructiven Elemente der Kasten zu besprechen.

Wir wählen hierzu vorerst einen zweispännigen sogenannten Cab-Phaeton (Victoria-Chaise oder Halb-Chaise), Fig. 147, der oben citirten Dick'schen Publicationen, woselbst dieselbe „Cabriolet-Mylord avec pied" benannt ist.

Am Untergestelle (wo die Speichen nach Zahl und Dicke idealisirt sind), erkennt man ohne Weiteres, dass der Oberwagen auf Elliptik-Federn (Grashoppers) ruht, sowie dass er mit beweglichem Halbverdeck (Hinterverdeck) und zu beiden Seiten des Trittes mit sogenannten Kothflügeln versehen ist.

Was nun die Construction des Oberwagens betrifft, so dient zum besonderen Verständniss Fig. 148, welche sowohl Längendurchschnitt wie Horizontaldurchschnitt und ferner die im grösseren Maassstabe daneben gezeichnete Profilskizze darstellt.

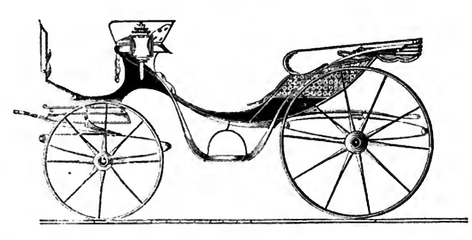
Wie fast bei allen Luxuswagen, so wird auch hier das eigentliche Fundament des Kastens von zwei an den beiden Langseiten befindlichen hölzernen, kräf-

---

1) Lesenswerthes über Kutschkastenbau enthalten immer noch die bereits citirten Werke von Rubo p. 478 etc. und von Bickes §. 168 etc., sowie die von Rausch besorgte vierte Ausgabe des Beckmann'schen „Wagenfabrikanten", (Weimar, 1865).

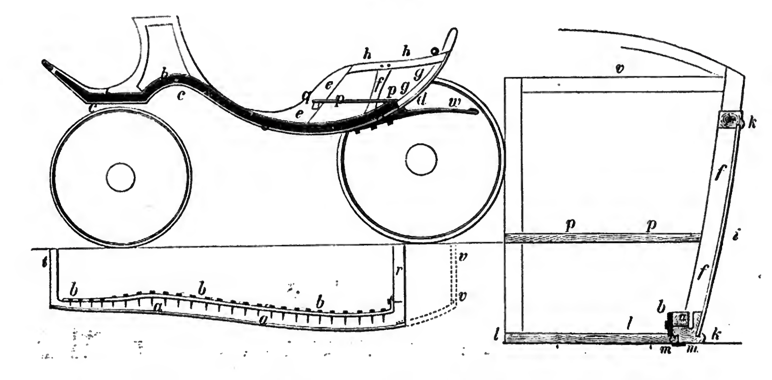
tigen Schwellern *aa* und zwei Traversen, die Querschweller *rr* und den Bockschweller *t* gebildet, so dass die Grundrissfigur ein Viereck, hier

Fig. 147.



speciell ein Trapez mit (der gefälligen Form wegen) geschweiften Langseiten bildet.

Fig. 148.



Verstärkt werden beide Langschwellen *aa* durch auf die hohe Kante gestellte und damit durch Schrauben gehörig verbundene eiserne Schienen *bb* (in unserem Falle von 75 Millimeter Höhe und 25 Millimeter Dicke), statt deren man in jüngster Zeit wohl auch Winkeleisen in Anwendung bringt, obwohl man sich in der Regel vor deren grösserem Biegungswiderstande beim Formgeben zu fürchten scheint[1]). Diese eisernen Schienen müssen den Langbaum ersetzen.

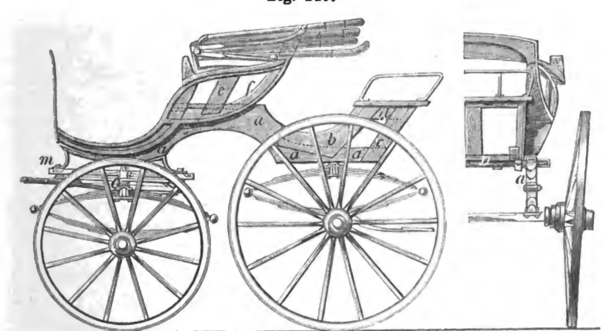
1) Man brauchte hierbei die für das Unterlaufen der Vorderräder erforderliche Gestalt bei *c*, die dem gewöhnlichen Langbaum mit Schwanenhals (Cou de cygne, Crane-neck) entspricht.

Unterwärts befestigt man in die gefalzten Langschweller den Fussboden *l* und erhöht dessen Tragfähigkeit durch besondere eiserne Schienen *mm*. Der Oberkörper des Kastens wird hauptsächlich durch Säulen (Rippen) gebildet, welche man mittelst Zapfen in den Schwellern befestigt. Hierher gehören (in unserem speciellen Falle) die sogenannten Cabriolet- oder Phaeton-Säulen *ee* (bei zu verschliessenden Thüren, die Thürsäulen), ferner die, hier gebogenen, Hintersäulen *gg* und die Seitenrippen *ff*. Die erforderliche Verbindung an den oberen Enden erhalten diese Säulen und Rippen durch die Seitenschwingen oder Armlehnen *hh*, während als Wandfüllung *i* Tafeln aus (Pappel-, Linden-, Mahagoni-) Holz oder aus Eisenblech benutzt werden, deren Falze *kk* in den Schwellern *a* und in den Seitenschwingen *h* hinlänglich aus dem grösser gezeichneten Querprofile erhellen. Die sogenannten Hintertafeln sind durch die Buchstaben *d* angedeutet.

Schliesslich wäre noch auf den Sitzrahmen *p*, die Sitzschwinge *q*, sowie auf die Rücklehne *v* aufmerksam zu machen.

Die kleinen concentrischen Kreise nahe der Rücklehne des Längenprofiles deuten die Stellen an, wo die Stützen für die Sturmstangen Platz finden, Bocksäulen, Bockrahmen, Fussbrett u. s. w. bedürfen keiner Auseinandersetzung. Fig. 149 zeigt ferner ein sogenanntes Park-Phaeton zum Selbstfahren, welches

Fig. 149.



dem oben citirten französischen Journale „Le Guide du Carrossier“ entlehnt und daselbst mit dem Namen „Prinz Albert“ bezeichnet ist. Das Eigenthümliche dieses Wagens, in constructiver Hinsicht, ist wieder der mangelnde Langbaum oder Ersatz desselben durch kräftige Eisenschienen an beiden Langseiten des Oberwagens, obwohl der Kasten unterhalb die Schwanenhalsgestalt hat, um die fast einen Meter hohen Vorderräder[1]) völlig unterlaufen lassen zu

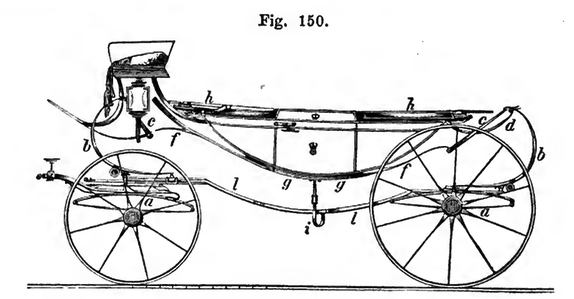
1) In unserer Quelle sind die Maasse der Hauptheile dieses Wagens (in Millimetern ausgedrückt) sorgfältig verzeichnet, die Angabe derselben dürfte nicht ohne Interesse sein:

können. Offenbar lässt sich eine derartige Construction nur mit dem ausgezeichnetsten Holze und gehörig kräftigen Dimensionen desselben ausführen.

So haben beispielsweise die eigenthümlich (hochkantigen) aus einem Stücke geschnittenen Hauptschweller *aa* eine (geringste) Höhe von 140 Millimeter ($5^1/_2$ Zoll engl.).

In die Schweller *aa* sind Bodenbacken *b* gezapft, während *c* die Sitzzargen sind und *d* das Sitzbrett ist. Am Haupt- oder Vordersitze (unter welchen die Schweller *a* ganz hindurch gehen) ist *f* eine der sogenannten Hintersäulen und *e* eine der Seitenrippen. Die geschwungene Fussbaumpartie ruht mit eisernen Stützen auf dem Scheibenkranze *m*. Die einen Meter langen Elliptikfedern (jede aus 5 Blättern bestehend) des Hintergestelles, sind mit dem Kasten durch eine daran befestigte Traverse oder Platte *D* verbunden, die, wie aus der Seitenansicht erhellt, unter dem ganzen Bau hindurchgeht und an beiden Enden, für gedachten Zweck, gehörig vorspringt.

Fig. 150.



Den Dick'schen Publicationen entnehmen wir noch den Fig. 150 abgebildeten Luxuswagen ersten Ranges, einen der jetzt beliebten Landauer- auch Doppel-Kalesche genannt mit C- und Druckfedern.

Unterwagen.

	Vordergestell.	Hintergestell.
Aeusserer Durchmesser der Räder	960	1220
Durchmesser der cyl. Achsschenkel	38	38
Büchsenlänge	210	210
Breite der Speichen	46	46
Dicke „ „	28—24	36 (am Schild)
Breite und Stärke der Reifen . .	38 u. 14	38 u. 14

Oberwagen.

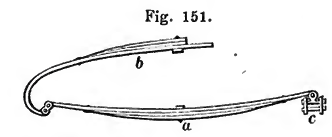
Kastenweite an der Höhe der Armlehnen .	1400
„ in der Mitte	1280
„ hinten	1050
„ vorn	1020
Weite des Bocks	780

Letztere sind sogenannte Rollenfedern, wobei man über jeder derselben einen starken Federbügel angebracht hat, so dass die ganze Anordnung als eine Doppelfeder erscheint, was jedoch nicht der Fall ist.

Jede der C-Federn *bb* ist am Federholze befestigt und dieses wieder mit dem Langbaum *l* gehörig verbunden. *c* sind Hängeriemen, *d* Schlagriemen, *ff* Hängeeisen, die unterwärts mit dem vertieften Boden *g* vereinigt sind, *h* sind die beiden zurückgeschlagenen Verdecke, und *i* ein sogenannter Stossriemen, um das (wegen der langen Hängeriemen *cc*) mögliche Schlagen des Radkastens gegen die Räder zu verhindern.

Auf die der Zugkraft nachtheiligen Längenschwingungen der in C-Federn hängenden Kutschkasten wurde bereits früher (S. 54 Note 1) aufmerksam gemacht, weshalb hier noch erwähnt werden mag, dass man (neuerdings) deshalb auch an den elegantesten und theuersten Wagen lieber die Fig. 151 abgebildeten Federn anbringt[1]), bestehend aus einer ganzen Feder *a*, einer halben *b* und einer Querfeder *c*, so dass nicht weniger als 5 Federn auf eine Achse kommen. Die obere Halbfeder *b* bietet zugleich den Vortheil, dass der Kasten sogenannter Broughams (Fig. 55) noch entsprechend tiefer gehangen werden kann.

Fig. 151.



Eine der Pariser Formen sogenannter Landauer, dem „Guide du Carrossier" Nr. 110 vom 15. April 1875 entlehnt und daselbst mit Nr. 430 bezeichnet, zeigt folgende Fig. 152. Man erkennt hier leicht am Hinterwagen die vorher belobte Federanordnung (Fig. 151), sowie, dass die bogenförmige Gestalt des Bodens, durch eine gerade Fläche ersetzt und ein sichtbarer Langbaum nicht vorhanden ist, endlich Schirmplatten *m* und *r* angebracht sind, um

---

1) Unsere Abbildung ist dem neuesten Preiscourant der Firma Dick und Kirschten (C. T. Wecker) in Offenbach entnommen, dem wir hinsichtlich der Federn nachstehende Angaben entlehnen:

I. Elliptic-, Halb-Elliptic- und 3/4 Telegraph-Federn:

Eine Garnitur von 80 Kil. und mehr pr. Kil.	1,45 Mark
„ „ „ 60 bis 80 Kil. „ „	1,55 „
„ „ „ 48 „ 60 „ „ „	1,65 „
„ „ „ 40 „ 48 „ „ „	1,70 „
„ „ „ 32 „ 40 „ „ „	1,75 „
„ „ „ 24 „ 32 „ „ „	2,15 „

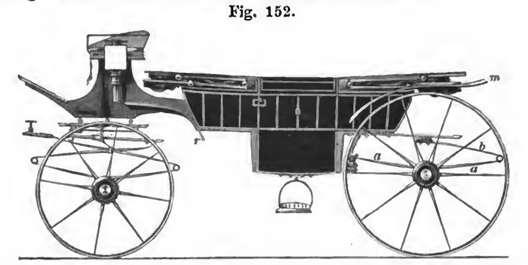
II. Rollen-Federn (Querfedern):

Eine Feder von 25 Kil. und mehr pro Kil.	1,00 Mark
„ „ „ 15 bis 25 Kil. „ „	1,50 „
„ „ „ 10 „ 15 „ „ „	1,10 „
„ „ „ 8 „ 10 „ „ „	1,15 „
„ „ „ 6 „ 8 „ „ „	1,25 „
„ „ „ 4 „ 6 „ „ „	1,30 „

III. C-Federn werden auf Bestellung und nach einzusendender Zeichnung angefertigt und billigst berechnet.

wenigstens den grössten Theil des Wagenkastens vor aufgeworfenem Schmutze (beziehungsweise der Vorder- und Hinterräder) zu schützen.[1])

Fig. 152.



In Bezug auf die bei Luxusfuhrwerken neuerdings beliebten Räder aus (amerikanischem) Hickoryholz, welches seiner grossen Zähigkeit wegen von sehr geringer Dicke in Anwendung gebracht werden kann, verweisen wir auf den hier unten in Note 1 abgedruckten Preiscourant der Firma Dick & Kirschten in Offenbach a. M. [2]).

Nicht rechtzeitig erlangter Zeichnungen wegen muss der Verfasser hinsichtlich der beliebten Londoner von einem gewissen Hansom erfundenen Cabs (Droschken) auf den Nachtrag Nr. 3 am Ende dieses Bandes verweisen. Der (in der Regel) vorn offene Wagenkasten, der nur Raum für zwei Personen hat, hängt hier zwischen den beiden sehr hohen Fahrrädern. Der Sitzbock des Kutschers befindet sich auf der Rückseite und so hoch, dass die Zügel über die Wagendecke weg, nach vorn hinlaufen.

1) Ueber sogenannte Glas-Landauer, namentlich die von Lohner in Wien, sehe man den Nachtrag Nr. 2 am Ende dieses Bandes.

2) Räder aus Hickoryholz,

1. Qualität (second growth) mit gebogenen Radkränzen.

No.	Für Achsen von Millimètres.	Maximal-Höhe der Vorder-Räd.	Maximal-Höhe der Hinter-Räd.	Breite der Speichen.	Länge der Naben.	Preis per Garnitur (4 Stück) Mark.	Gattung der Wagen, zu welchen die Räder verwendet werden können.
1	—	1000	1250	26	170	111	Leichte Buggies.
2	26	1000	1250	30	180	111	Schwerere Buggies, Pony-Wagen.
3	26—30	1000	1250	32	190	111	Leichte Phaetons.
4	$32^1/_2$—35	1000	1200	35	205	114	Schwerere Phaetons, leichte Caleschen u. Coupés
5	35—$37^1/_2$	1000	1200	38	205	120	Coupés, Caleschen, leichte Landauer u. Char-à-bancs.
6	$37^1/_2$—40	1000	1200	41	210	120	Schwerere Landauer, viersitz. Coupés, Berlinen.

§. 9.

Von den Zugwiderständen der Fuhrwerke.

I. Schlitten oder Schleife[1]).

Bezeichnet W die Gesammtlast, d. h. Nutzladung Q und q das Eigengewicht des Schlittens oder der Schleife, ferner f einen Coefficienten (Reibungscoefficienten), welcher angiebt, den wievielten Theil der Totallast W der zu überwindende Bodenwiderstand beträgt, ist endlich G das Gewicht des Zugthieres und α der Winkel, unter welchem der sonst ebene Boden ansteigt, so erhält man nach bekannten Sätzen der Mechanik, wenn P die parallel dem Boden wirkende Zugkraft ist, die Gleichung:

$$P = f\,(Q + q)\cos.\,\alpha + (Q + q + G)\sin.\,\alpha.$$

Die entsprechend per Tag verrichtete mechanische Arbeit $= \mathfrak{A}$ ist sonach, wenn v die Geschwindigkeit des Zugthieres per Secunde und t die Arbeitszeit in Stunden ausdrückt:

$$\mathfrak{A} = 3600\,[f(Q + q)\cos.\,\alpha + (Q + q + G)\sin.\,\alpha]\,vt,$$

Räder aus Eschenholz
mit gebogenen oder geschnittenen Radkränzen.

No.	Für Achsen von Millimètres	Maximal-Höhe der Vorder-Räd.	Maximal-Höhe der Hinter-Räd.	Breite der Speichen.	Länge der Naben.	Preis per Garnitur (4 Stück) I Qualit.	Preis per Garnitur (4 Stück) II. *) Qualit.	Gattung der Wagen, zu welchen die Räder verwendet werden können.
						Mark	Mark	
4	26—30	850	1100	35	190	78	69	Pony-Wagen, leichte Phaetons.
5	32½—35	950	1150	37	205	81	72	Phaetons, leichte Caleschen und Coupés.
6	35—37½	950	1200	40	205	84	75	Coupés, Caleschen, Landauer u. Char-à-bancs.
7	37½—40	950	1200	43	210	87	78	Landauer, viersitz. Coupés, Berlinen.
8	40—42½	1000	1200	47	220	90	81	Berlinen, grosse Breaks.
9	42½—45	1000	1400	51	240	96	87	Kleine Omnibus.
10	45—47½	1000	1400	55	260	102	93	Omnibus u. Postwagen.
11	47½—50	1000	1500	60	280	108	99	Omnibus u. Postwagen.
12	55	1000	1500	65	290	120	111	Grosse Omnibus.

*) Unter II. Qualität sind solche Räder zu verstehen, bei welchen sich nach der Vollendung kleine, vorher nicht bemerkbare Fehler im Holz zeigen, die wohl das äussere Aussehen, nicht aber die Solidität des Rades beeinträchtigen. Da diese Qualität also nicht extra angefertigt, sondern aus der ersten nur aussortirt wird, so können wir nur dann Lieferungen darin übernehmen, wenn Vorrath vorhanden ist.

1) Die Einzige dem Verfasser bekannte Abhandlung über den Zugwiderstand der Schlitten an sich und im Vergleiche zu Räderfuhrwerk ist eine Arbeit Couplet's in den Mémoires de Mathém. et de Physique de Paris vom Jahre 1733, p. 49 bis 72, die auch Eytelwein in seinem Handbuch der Statik fester Körper §. 301 und 302 benutzt hat.

$f = {}^1/_{60} - {}^1/_{50}$ Stählerne oder eiserne Schlittenkufen auf Eis oder gefrornem Schnee. } Nach Roerdansz und Weisbach.

$f = {}^1/_{70}$ Eiserne Schlittschuhe auf guter Eisbahn. } Nach Rennie (Jahrbücher des k. k. polyt. Inst. Bd. 17, S. 88).

Kennt man die Kraft P, womit das Zugthier (Pferd) ziehen muss, um eine gegebene Last fortzuschaffen, so lässt sich in nachstehender Weise beurtheilen, welchen Druck der Rücken des Pferdes durch den Tragriemen (bei Verwendung eines sogenannten Brust- oder Sielengeschirres) Fig. 153, zu erleiden und welchen Einfluss der Winkel $JEG = DAB = \beta$ hat, unter welchem die Zugstränge gegen den Horizont gerichtet sind.

Fig. 153.



Stellt man Grösse und Richtung der Zugkraft P des Pferdes durch die Linie $\overline{AB}$ dar, so zerlegt sich diese Kraft in die Composanten $AD = S$, welche mit der Zugstrangrichtung zusammenfällt, und in $\overline{AC} = D$, welche vertical abwärts gerichtet ist und die Gewalt angiebt, womit das Pferd gegen den Boden gedrückt wird.

Man erhält sonach, wegen $\cos.\beta = \frac{P}{S}$ und $tg.\beta = \frac{D}{P}$:

$$1)\ S = \frac{P}{\cos.\beta},\ \text{sowie}\ 2)\ D = P tg.\beta.$$

An den Befestigungspunkten E der Zugseile am Schlitten zerlegt sich die Spannung $= S$ der Zugstränge, welche wir durch EJ darstellen, in $\overline{EF} = V = S \sin.\beta$ und in $\overline{EG} = H\ S \cos.\beta$, woraus in Verbindung mit 1) und 2) folgt:

$$3)\ V = P tg.\beta\ \text{und}\ 4)\ H = \frac{P}{\cos.\beta} \cos.\beta = P.$$

Bezeichnet man ferner die Höhe des Brustriemens AK über einer durch den Hakenpunkt E gehenden Horizontalen mit e und die Zugstranglänge AE mit l, so erhält man auch $tg.\beta = \frac{e}{\sqrt{l^2 - e^2}}$ und demnach

$$5)\ V = \frac{P.e}{\sqrt{l^2 - e^2}}.$$

Hieraus ergeben sich folgende Sätze:

1) Die Kraft, welche das Pferd am Brustriemen anwenden muss, ist eben so gross als die Gewalt, mit welcher der Schlitten der horizontalen Fortbewegung widersteht.

2) Der Druck gegen den Rücken des Pferdes wird um so geringer, je länger man die Zugstränge nimmt, und je kleiner der Abstand der Horizontale durch den Angriffspunkt E vom Brustriemen ist.

Ueber die Vortheile und Anwendbarkeit der Schleife handeln Couplet (a. a. O. p. 52 etc.) und Roerdansz (a. a. O. S. 17). Die betreffenden Resultate kommen übrigens in der Hauptsache auf dieselben Schlüsse hinaus, welche bereits oben (S. 10 Note 1) gemacht wurden. Auf Pariser Steinpflaster beobachtete Couplet Karren für den Transport von Bausteinen, welche mit 3 Pferden bespannt, so viel leisteten, als bei gleicher Last Schlitten, welche von 7 bis 8 Pferden gezogen wurden.

II. Räderfuhrwerke[1]).

Denkt man sich zunächst einen völlig harten, ebenen, horizontalen Boden, auf welchem ein cylindrisches Rad fortrollen kann, und wird hierzu dessen

1) Literatur über Theorie der Räderfuhrwerke: Gerstner, Handbuch der Mechanik, Bd. 1, §. 531 bis 548. Der Rechnungsgang dieses Schriftstellers, zur Ableitung einigermaassen praktisch werthvoller Formeln für die Widerstände der Fuhrwerke auf gewöhnlichen Strassen hat in Deutschland den meisten späteren Schriftstellern als Muster gedient. Das wichtigste Resultat Gerstner's ist, dass der Bodenwiderstand direct mit $^4/_3$ der Potenz der Last wächst und umgekehrt wie das Quadrat des Radhalbmessers, ferner auch umgekehrt wie die $^1/_3$ Potenz der Gleisbreite. — Migout et Bergery, Essai sur la Théorie des affuts etc. Deutsch bearbeitet vom preuss. Artillerie-Officier Hoffmann, bereits §. 5 aufgeführt, verdient hinsichtlich verhältnissmässig einfacher und doch ausführlicher mathematischer Theorien aller Arten von Strassenfuhrwerken, sowie wegen höchst klarer Darstellungsweise, ganz besondere Beachtung. — Coriolis, Mémoire sur la stabilité des voitures, avec application aux messageries de France, im 24. Cahier du Journal de l'ecole impériale polytechnique. Eine ganz ausgezeichnete Arbeit, die auch von praktischer Wichtigkeit ist, obwohl sie allerdings nur einen ganz speciellen Gegenstand, in Bewegung begriffene Strassenfuhrwerke, behandelt. — Umpfenbach, Theorie des Neubaues, der Herstellung und Unterhaltung der Kunststrassen, Berlin 1830. Im Anhange zu diesem Werke werden Formeln zur Bestimmung der Zugkraft von Fuhrwerken auf geeigneten Ebenen entwickelt, wobei sich ergiebt, dass der Bodenwiderstand der Quadratwurzel aus dem Radhalbmesser umgekehrt proportional sein soll. — Morin, Expérience sur le tirage des voitures. Paris 1842. Dies Werk enthält nicht nur die Resultate der zur Zeit ausgedehntesten Versuche über den Zugwiderstand der verschiedenartigsten Strassenfuhrwerke, sondern zeigt auch die Verwendung derselben zur Aufstellung praktisch brauchbarer mathematischer Gleichungen. Zu einem der wichtigsten Endresultate der Morin'schen Versuche muss man den Nachweis zählen, dass der Bodenwiderstand dem Drucke direct und dem Halbmesser des Rades umgekehrt proportional ist. — Dupuit, Essai et expérience sur le tirage des voitures et sur le frottement de seconde espèce suivis de considérations sur les divers espèces de routes. Paris 1837. Diese Arbeit mit den betreffenden Versuchen ist vorzugsweise dazu bestimmt, die von

Achse durch eine rechtwinklig an ihr angreifende und parallel zum Boden gerichtete Kraft angeregt, so geht demzufolge der Achsschenkel in der Nabenbüchse, wie auf einer schiefen Ebene in die Höhe, und zwar so lange, bis die sich berührenden Linien beider eine gewisse der (Zapfen-) Reibung correspondirende Lage angenommen haben. Hierauf beginnt die fortschreitende Bewegung des Fuhrwerks und die Reibung am Boden zwingt das Rad, sich um den Achsschenkel zu drehen, während sich die Reibung des Achsschenkels in der Nabenbüchse dieser Drehung entgegenstellt

Damit sich daher das Rad wirklich dreht, muss das statische Momen der Bodenreibung, deren Hebelarm der Radhalbmesser ist, grösser sein als das statische Moment der Achsschenkelreibung, welche den mittleren Halbmesser des Achsschenkels zum Hebelarme hat, beide Momente auf die geometrische Achse des Rades bezogen. Diese Bedingung wird bei Strassenfuhrwerk nur ganz ausnahmsweise nicht erfüllt, z. B. bei der Bewegung auf festem Eis, Schnee, oder auf Boden, der an Glätte letzteren mehr oder weniger gleichkommt[1]).

Die sich drehenden Räder eines Fuhrwerkes haben dann stets zwei Geschwindigkeiten, nämlich eine, welche der Drehung um ihre Achse und eine andere, welche der fortschreitenden Bewegung entspricht, und zwar letztere mit dem Gestell gemeinschaftlich[2]). Ist die Bodenreibung derartig, dass jedes

---

Morin gemachten Schlüsse zu widerlegen. Beispielsweise wird (wie bei Umpfenbach) nachgewiesen, dass der Bodenwiderstand zwar mit dem Druck direct, jedoch umgekehrt wie die Quadratwurzel aus dem (einfachen) Radhalbmesser wächst. — Kayser, Handbuch der Mechanik. Carlsruhe 1842. Der Verfasser liefert zuerst einen sehr guten übersichtlichen Auszug der Morin'schen Arbeiten, fügt sodann aber auch Selbständiges hinzu, u. A. Untersuchungen über den excentrischen Zug der Fuhrwerke, §. 880 etc. — Wenceslaus Brix, Ueber die Reibung und den Widerstand der Fuhrwerke auf Strassen von verschiedener Beschaffenheit, Berlin 1850. Der Verfasser hat mit grosser Sorgfalt alle bis zu Ende der vierziger Jahre bekannt gewordenen Versuche über den fraglichen Gegenstand zusammengestellt und kritisch beleuchtet. — Weisbach, Ingenieur-Mechanik, dritter Theil. Von den Principien Gerstner's ausgehend, corrigirt und erweitert dieser anerkannte Schriftsteller die Theorie der Strassenfuhrwerke und entwickelt namentlich einfache Formeln für den Zugwiderstand vierrädriger Fuhrwerke. — Heim, Beitrag zur Theorie der Bewegung der Räderfuhrwerke, Cannstatt 1855. Auch in Crelle's Journal für reine und angewandte Mathematik, Bd. 46, S. 48, 164, 234 und 328. Der Verfasser behandelt die Fuhrwerke, ganz im Sinne der abstracten analytischen Mechanik, als unfreie Systeme von Körpern, woran beliebige Kräfte wirken, und gelangt demgemäss zu sehr complicirten mathematischen Ausdrücken, die deshalb mehr Symbole analytischer Entwickelungen für bestimmt gemachte Voraussetzungen sind, als Darsteller der wahren Natur des Gegenstandes. — Roerdansz, Theorie der Kriegsfuhrwerke, Berlin 1863. Ein zwar ganz elementar aber höchst klar und übersichtlich abgefasstes empfehlenswerthes Werkchen.

1) Man sehe auch S. 10, Note 1.

2) Nach Weisbach (a. a. O. dritter Theil, S. 579) lässt sich das Zustandekommen einer gleichzeitigen Dreh- und fortschreitenden Bewegung eines Fuhrwerksrades auch auf folgende Weise darthun.

noch so geringe Gleiten des Rades unmöglich wird, so ist die Länge des Weges, welchen das ganze Fuhrwerk in fortschreitender Beweguug zurücklegt, offenbar gleich dem gleichzeitig abgewickelten Umfange der Räder [1]).

Hieraus folgt überdies, dass dabei die gleitende Reibung am Boden zu einer wälzenden oder rollenden Reibung wird.

Bezeichnet man unter den im Vorstehenden gemachten Voraussetzungen den resultirenden Druck, welchen die Achsschenkel eines zweirädrigen Fuhrwerks erfahren, mit Q, das Gewicht der Räder mit q, den Coefficienten der Achsschenkel-(Zapfen-) Reibung mit f', den der rollenden Reibung mit ψ, die Halbmesser von Rad und Achsschenkel beziehungsweise mit r und ϱ und endlich die zuerst charakterisirte Zugkraft mit F, so erhält man nach bekannten Sätzen der Mechanik die Gleichung:

$$Fr = f'\varrho Q + \psi\,(Q + q),$$

sowie

$$\text{I.}\quad F = f'\frac{\varrho}{r}\;Q + \frac{\psi}{r}\,(Q + q)\,^{2)}.$$

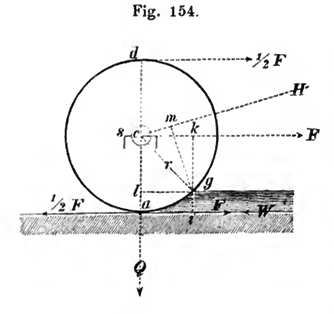


Fig. 154.

Es sei Fig. 154 ad ein cylindrisches Wagenrad von $ac = ed = r$ Halbmesser, wobei F die rechtwinklig an der Achse c wirkende Zugkraft ist. Nach der Lehre von den Kräftepaaren lässt sich sodann F in eine am Fusspunkte a angreifende Einzelkraft F und in ein Kräftepaar ($+\,{}^1\!/_2F$ und $-\,{}^1\!/_2F$) am Umfange des Rades wirkend zerlegen, wovon das Kräftepaar eine Drehung des Rades um c mit der Energie ${}^1\!/_2F \,.\, 2r = Fr$ bewirkt, während F am Fussboden bei a vom Widerstande der Fahrbahn aufgenommen wird.

1) Auf letzteren Satz gründet sich u. A. der Bd. 1, S. 128 beschriebene englische Wegmesser (Hodometer).

2) Gegen die Richtigkeit dieser Formel für Strassenfuhrwerke ereiferte sich vorzugsweise ein (ungenannter) preuss. Artillerie-Officier in dem Werkchen „Die Construction des beweglichen Fuhrwerks“, Berlin 1842, Seite 152, und stellt dafür Seite 160 und besonders Seite 171 andere Formeln auf, denen man jedoch noch weniger beistimmen kann.

In des Verfassers Buche: Grundzüge der Mechanik etc., Leipzig 1860, entwickelt derselbe für die Zugkraft eines zweirädrigen Fuhrwerks auf völlig ebener harter Bahn, ganz allgemein (S. 225) die Gleichung:

$$F\cos.\beta = W\sin.\alpha + \frac{\psi}{r}\,(W\cos.\alpha - F\sin.\beta)$$
$$+ \frac{f'\varrho}{r}\sqrt{W_1 + F^2 - 2\,W_1\,F\sin.(\alpha + \beta)}.$$

Hier bezeichnet α den Neigungswinkel der Bahn, β den Neigungswinkel der Zugrichtung gegen die Bahn, während

Bei völlig hartem Boden ist aber letzter Werth so klein, dass man denselben vernachlässigen und daher setzen kann:

$$\text{II.} \quad F = f' \frac{\varrho}{r} Q.$$

Aus letzterer Gleichung erkennt man, in welch grossem Vortheile sich ein Räderfuhrwerk gegenüber einer Schleife befindet, wenn beide auf demselben harten, ebenen Boden bewegt werden sollen, weil, wenn man selbst $f = f'$ (S. 133) setzt und das Gesammtgewicht beider gleich Q annimmt, dennoch die zur Ueberwindung des Fuhrwerkswiderstandes erforderliche Kraft um $\frac{\varrho}{r}$ kleiner als bei der Schleife sein würde[1]).

In der Wirklichkeit findet sich indess kein harter und ebener Boden, wie wir im Vorstehenden voraussetzten, vielmehr ist derselbe entweder mehr oder weniger weich, es werden Gleise gebildet, oder er ist uneben, voll Löcher, Kanten, und birgt anderweite Hindernisse, so dass man hier von der Formel II., um Zugwiderstände zu berechnen, selten oder gar nicht Gebrauch machen kann.

Mindestens muss der Gleichung II. noch ein Werth $= B$ zugefügt werden, welcher die bezeichneten Bodenwiderstände darstellt und der, bei Fuhrwerken auf gewöhnlichen Strassen, stets grösser als $f' \frac{\varrho}{r} Q$ ist.

Man hätte hiernach zu setzen:

$$\text{III.} \quad F = f' \frac{\varrho}{r} Q + B\,^{2}).$$

$$W = q + Q \left\{1 - \frac{c}{a} + \frac{b}{a}\, tg.\, (\alpha + \beta)\right\} \text{ und } W_1 = W - q \text{ ist.}$$

Im Ausdrucke für W bezeichnet a die Deichsellänge, b die Ordinate und c die Abscisse der rechtwinkligen auf die Deichsel und die Radachse bezogenen Coordinaten des Schwerpunktes vom ganzen Fuhrwerke.

An derselben Stelle sind auch Formeln für vierrädrige Fuhrwerke entwickelt und daraus schliesslich die umstehenden Gleichungen IV. und V. des Generals Morin (a. a. O. p. 105) abgeleitet.

1) Beispielsweise ist der mittlere Durchmesser des Achsschenkels unseres Sechspfünderrades, Fig. 67 bis 71, $2\varrho = 2{,}25$ Zoll, während $2r = 60$ Zoll ist, daher $\frac{\varrho}{r}$ kleiner als $^1/_{26}$, genauer $\frac{\varrho}{r} = {}^1/_{26{,}66}$ wird.

2) Unter der Voraussetzung, dass der Widerstand, welchen ein elastischer Boden (Erde, Sand, Graskörper etc.) dem Einsinken des Rades entgegenstellt, dem kubischem Inhalte des zusammengedrückten Volumens proportional ist, entwickelte zuerst Gerstner für B den Ausdruck:

$$B = {}^3/_8 \sqrt[3]{\frac{3\,Q^4}{\mu\, b r^2}},$$

worin ausser den obigen Bezeichnungen b die Gleisbreite (Radfelgenbreite) und μ eine Erfahrungszahl bezeichnet, welche von der jedesmaligen Beschaffenheit des Erdbodens abhängig ist.

Aus diesem Werthe würde zugleich folgen, dass es unter allen Umständen das Räthlichste wäre, die Radfelgenbreite so gross wie möglich zu machen, was im

Statt des letzteren Ausdrucks räth General Morin zu folgenden Gleichungen:

$$\text{IV.} \quad F = \frac{2\,(f'\varrho + B')}{r_1 + r_2} Q_1$$

für vierrädriges Fuhrwerk, wenn r_1 und r_2 die Halbmesser beziehungsweise der Vorder- und Hinterräder sind und Q das Totalgewicht des Wagens bezeichnet, sowie

$$\text{V.} \quad F = \frac{f'\varrho + B'}{r} Q_1$$

für zweirädriges Fuhrwerk[1]).

In letzteren Gleichungen repräsentirt B' nicht nur den Widerstand der Fahrbahn, sondern schliesst auch etwaige Stoss- und Lünzreibungen, sowie die Widerstände in sich, welche geringe Erhöhungen, wie sie z. B. bei guten Steinschlagstrassen unvermeidlich sind, naturgemäss verursachen müssen[2]).

Den Quotienten $\frac{F}{Q_1}$, der stets kleiner als die Einheit ist und den wir mit Anderen den Coefficienten des Totalwiderstandes für eine horizontale Fahrbahn nennen und mit m bezeichnen wollen, entnimmt man für praktische Rechnungen stets aus Tabellen, deren Werthe durch dynamometrische Messungen ermittelt wurden. Die vollständigsten und ausführlichsten derartigen Tabellen sind immer noch die des Generals Morin, welche sich in allen guten

---

Allgemeinen die Erfahrung nicht bestätigt hat. Man sehe hierüber auch in v. Kaven's bereits citirtem Werke: „Vorträge über Wegebau" S. 84 bis mit 99 (2. Auflage, 1870).

1) Um den Gebrauch dieser Morin'schen Formeln in ein paar Beispielen darzuthun, mögen nachstehende zwei dienen:

Aus Versuchen mit einem französischen, vierrädrigen Eilwagen auf sogenannter Schotterstrasse, wenn diese zwar hart aber mit Gleisen und Koth bedeckt war, berechnete Morin:

$B' = 0{,}0250$, wenn $\varrho = 0^m{,}032$, $r = 0^m{,}450$, $r_2 = 0^m{,}7$ gemessen wurden, ferner $f' = 0{,}0650$ durch anderweitige Versuche ermittelt war. Daher ergiebt sich: $r_1 + r_2 = 1{,}15$ und $f'\varrho = 0{,}00208$ und somit nach IV.:

$$F = \frac{2\,(0{,}00208 + 0{,}0250)}{1{,}15} \cdot Q_1 = \frac{2 \cdot 0{,}02708}{1{,}15} Q_1, \text{ d. i.}$$

$$F = {}^1/_{21}\; Q_1 \text{ (wie Morin a. a. O. p. 185).}$$

Ebenso wurde durch Versuche mit einem zweirädrigen Fuhrwerke (Karren) nach der Fahrt auf dem Sande, Steinpflaster von Fontainebleau, wenn dies feucht und mit Koth bedeckt war, ermittelt: $B' = 0{,}0110$, sowie $\varrho = 0{,}032$ und $r = 1{,}0$ gemessen, endlich $f' = 0{,}065$ besonders bestimmt. Daher:

$$F = \frac{0{,}00208 + 0{,}0110}{1{,}0} Q_1, \text{ d. i.}$$

$$F = {}^1/_{76}\; Q_1 \text{ (wie Morin a. a. O. p. 185).}$$

2) Streng genommen müsste auf die Conicität der Räder noch Rücksicht genommen werden. Da man jedoch gewöhnlich den äusseren Felgenmantel fast ganz cylindrisch macht (ungeachtet Achsschenkel- und Speichen-Sturz), so kann man von diesem Widerstande absehen. Berechnet hat denselben übrigens zuerst Gerstner im Handbuche der Mechanik Bd. 1, §. 543.

Hülfsbüchern (wie Weisbach's Ingenieur, Taschenbuch für die Hütte, Redtenbacher's Resultate für den Maschinenbau etc.) abgedruckt finden.

Unter Voraussetzung der Bekanntschaft von m für jeden speciellen Rechnungsfall lässt sich dann allgemein und zugleich analog der Gleichung S. 133 (Schleifenzugkraft) für Räderfuhrwerk setzen, wenn dasselbe zugleich eine Bahnsteigung vom Neigungswinkel α zu überwinden hat:

VI. $P = m\,(Q + q) + (Q + q + G)\,sin.\,\alpha$[1]).

Hiernach beträgt die Arbeitsleistung $= \mathfrak{A}$ eines Pferdes per Tag, wenn es mit der Geschwindigkeit $= v$ fortschreitet, und in Summa t Stunden in gleicher Weise thätig ist:

VII. $\mathfrak{A} = 3600\,[m\,(Q + q) + (Q + q + G)\,sin.\,\alpha]\,v\,t.$

Setzt man in VI. mit Maschek $P = k\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{z}{t}\right)$, so erhält man auch für das zu transportirende Gesammtgewicht[2]):

---

1) Interessant und zuweilen für eine allgemeine Beurtheilung nützlich, ist noch folgender, zuerst von Couplet in den Mémoiren der Pariser Akademie vom 29. April 1793, S. 49 entwickelte Ausdruck für die Mehr-Zugkraft, wenn ein Rad des Fuhrwerks einen über der Fahrbahn auf h Höhe vorspringenden und nicht zusammendrückbaren Gegenstand von sehr geringer Länge, beispielsweise einen sehr festen Stein, zu passiren hat.

Wird nämlich gedachtes h durch die Linie gi in Fig. 154 dargestellt, so erhält man ohne Weiteres, wenn man eine momentane Drehung des Rades um den Punkt g annimmt, so dass gl der Hebelarm der Last Q_1 und gk der Hebelarm der Kraft F ist, die Momentengleichung: $F.\overline{gk} = Q_1.\overline{gl}$. Nun ist aber $\overline{gk} = r - h$ und $gl = \sqrt{2\,r\,h - h^2}$, daher auch $F = Q_1\,\frac{\sqrt{2\,r\,k - h^2}}{r - h}$, wofür annäherungsweise gesetzt werden kann, wenn h sehr klein ist:

$$F = Q_1\,\sqrt{\frac{2\,h}{r}}.$$

2) Betreffende Zahlenbeispiele finden sich namentlich bei Gerstner, Maschek und Weisbach. Ferner ist hier zu empfehlen (als das Ausführlichste seiner Art, was dem Verfasser bekannt ist) die bereits citirte Arbeit des Directors etc. Launhardt im XIII. Bd., S. 198 der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieurvereins zu Hannover, unter der Ueberschrift: „Bestimmung der zweckmässigsten Steigungsverhältnisse der Chausseen." Was speciell die Ansteigung der Fahrbahn betrifft, so enthält ein ebenfalls beachtenswerther Aufsatz des Wegbauraths Bokelberg in der Zeitschrift des Architekten- und Ing.-Vereins für das Königreich Hannover, Bd. 1, Jahrgang 1855, S. 192, eine sehr schöne Zusammenstellung betreffender Werthe für besteinte Kunststrassen unter verschiedenen Umständen und von verschiedenen Ingenieuren und Autoren, der wir nur entlehnen, dass in der neuen Königl. Preuss. Dienstanweisung für Wegbaubeamte

$sin.\,\alpha = {}^1/_{18}$, also $\alpha = 3^0\ 11'\ 5''$ für Bergland und

$sin.\,\alpha = {}^1/_{24}$, also $\alpha = 2^0\ 23'\ 6''$ für Hügelland

gestattet wird. Man sehe hierüber auch das vorher citirte Buch von Rumpf: „Die Verwaltung der Chausseen in den kgl. Preuss. Staaten." Berlin 1860, S. 3. Ganz neue Formeln stellt Heyne in seinem Buche „Der Erdbau", Wien 1874, S. 80 etc. auf.

$$\text{VIII.}\quad Q + q = \frac{k\left(3 - \frac{v}{c} - \frac{z}{t}\right) - G \sin. \alpha}{m + \sin. \alpha}.$$

Bemerkt zu werden verdient, dass man sich hüten muss, bei mehr als zwei vorgespannten Pferden ohne Weiteres nk und nG in letztere Formel zu setzen[1]).

Bei Annäherungsrechnungen für Lastfuhrwerke kann man (nach Bokelberg) m folgendermassen wählen:

	Steinbahnen.			Erdwege.		
	Beste.	Gute.	Schlechte.	Fest, eben u. trocken.	Schlechte.	Schlechteste.
$m =$	$^1/_{75}$	$^1/_{40}-^1/_{50}$	$^1/_{25}$	$^1/_{20}$	$^1/_{10}$	$^1/_{5}$

Hierbei wird noch vorausgesetzt, dass die Zugkraft des Pferdes 180 Pfd., seine Geschwindigkeit $3^1/_2$ Fuss pro Secunde, die tägliche Arbeitszeit 8 bis 10 Stunden uud das Gewicht eines Pferdes 600 bis 800 Pfd. beträgt[2]).

Bokelberg hat für den praktischen Gebrauch Tabellen „über Fuhrleistungen des Pferdes" berechnet, die sich in der Zeitschrift des Hannov. Archit.- und Ing.-Vereins Bd. 2, Jahrgang 1856, S. 343 etc. abgedruckt vorfinden[3]).

Es erübrigt jetzt noch zwei wichtige Fragen zu behandeln, nämlich die, nach dem Einflusse der Wagenfedern und der Bespannung auf die Grösse der erforderlichen Zugkraft.

---

1) Bokelberg führt hierüber Zeitschr. des Hannov. Arch.-Vereins, Bd. 1 (1855), S. 74 an, dass die Nutzladung per Pferd bei wachsender Kopfzahl der Bespannung des Frachtfuhrwerks unter übrigens gleichen Verhältnissen ungefähr (als durchschnittliche Mittelwerthe betrachtet) folgendermassen abnimmt:

einspännig	45	Centner	fünfspännig	32	Centner
zwei- „	44	„	sechs- „	29	„
drei- „	39	„	sieben- „	25	„
vier- „	36	„	acht- „	22	„

2) Die Seite 144 und 145 gedruckte Tabelle ist ein Auszug der Zahlenresultate aus den Morin'schen Versuchen (Nach den Expériences sur les Tirages des Voitures, Pl. 182 bis 184). In derselben ist die Geschwindigkeit beim (kurzen) Trabe zu 3,0 Meter und beim starken Trabe zu 3,50 Meter gerechnet.

3) Statt der obigen Annahmen wird sehr oft die Zugkraft eines Pferdes (je nach dessen Gewicht) zu 140 bis 150 Pfund, die Arbeitsgeschwindigkeit aber zu 4 Fuss pro Secunde, bei einer täglichen Arbeitszeit von 8 bis 10 Stunden vorausgesetzt (Zeit für Ruhepausen eingeschlossen).

Man sehe hierüber auch die Zusammenstellungen über die Leistungen der Pferde beim Ziehen derselben auf horizontaler Bahn im 1. Bande (Zweite Auf-

Nach Wissen des Verfassers war es zuerst der Engländer Edgeworth[1]),

lage) dieses Werkes und zwar von Seite 297 an unter besonderer Berücksichtigung der Noten 1 und 2 auf Seite 298.

Nachträglich werde hier nach Professor Gerlach's sorgfältigen Versuchen (v. Kaven: „Der Wegbau", S. 114) auf folgende Geschwindigkeiten der Pferde bei verschiedenen Gangarten aufmerksam gemacht:

1. Langsamer Arbeitsschritt, 1 deutsche Meile = 7500 Meter in 2 Stunden, also 1,04 Meter pro Secunde.
2. Schnellschritt, 1 deutsche Meile in 1 Stunde, also 2,08 Meter pro Secunde.
3. Kurzer Trab, 1 Meile in 35 bis 40 Minuten, also 3,57 Meter bis 3,12 Meter pro Secunde.
4. Gestreckter Trab, im Mittel 1 Meile in 25 Minuten, also 5 Meter pro Secunde.

Dabei rechnet Professor Gerlach das Gewicht eines Pferdes zu 250 bis 400 Kilo.

1) An essay on the construction of roads and carriages, 2. edit., London 1817. Nach dieser Ausgabe wurde 1827 in Paris eine Uebersetzung besorgt, die dem Verfasser hierbei zu Gebote stand. Der fragliche Gegenstand ist daselbst behandelt S. 122, ferner S. 155 bis 168. Bei den Modellversuchen (die mit noch mehr Sorgfalt als die mit wirklichen Fuhrwerken angestellt werden konnten) ergab sich u. A. Folgendes:

	Ohne Federn.		Mit Federn.		Verhältniss des durch die Federn erzeugten Vortheils.
	Pfd.	Unzen	Pfd.	Unzen	
1. Auf hölzernem Bohlenwege von 75 Fuss Länge, worauf 30 Hindernisse von $^3/_8$ Zoll Höhe genagelt, bei 2 engl. Meilen (à 5280 Fuss engl.) Geschw. pro Stunde an Zugkraft erforderlich	6	—	4	—	12 : 8
2. Wie vorher, jedoch mit $3^3/_4$ engl. Meilen Geschwindigkeit pro Stunde	7	—	5	—	12 : 8,57
3. Desgleichen, aber mit $5^1/_2$ engl. Meilen Geschwindigkeit pro Stunde	12	—	6	—	12 : 6
4. Ebener Bohlweg (ohne Hindernisse) mit der Geschwindigkeit wie bei Nr. 3 . .	6	—	5	8	12 : 11

Bei den Versuchen im Grossen wurde eine eigenthümliche Maschine (Péirameter genannt) in Anwendung gebracht, wodurch es möglich wurde, die erforderliche Zugkraft durch Gewichte zu messen, welche auf bestimmte Höhen gehoben wurden, während die Wagen im Kreise herumliefen. (Abbildungen dieser Maschine liefert unsere Quelle Pl. 3.)

Bei sämmtlichen Versuchen zeigten sich die Wagen mit Federn um so vortheilhafter, je beträchtlicher die Hindernisse, je grösser die Geschwindigkeiten und je schwerer die fortzuschaffenden Lasten waren.

der über den Einfluss guter Wagenfedern auf die Verminderung des Zugwider-

Verhältniss des horizontalen Zuges

Bezeichnung und Zustand der von dem Fuhrwerk befahrenen Bahn.	Werthe von B' in den Formeln IV. und V. bei den Felgenbreiten			Frachtwagen. $b = 0^m,10$ bis $0,12$; $\varrho = 0^m,032$.	
	$b = 0^m,07.$	$b = 0^m,12.$	$b = 0^m,17.$	$r_1 = 0^m,450$ $r_2 = 0^m,750$ $f'\varrho = 0,00208$	$r_1 = 0^m,550$ $r_2 = 0^m,850$ $f'\varrho = 0,00208$
Fester Erdboden, mit feinem Sand bedeckt, der mit Grand gemengt ist von $0^m,10$ bis $0^m,15$ Dicke .	0,0810	0,0744	0,0682	$\frac{1}{7,9}$	$\frac{1}{9,2}$
Steinschlagbahn. Fest, mit Gleisen und viel Koth		0,0250		$\frac{1}{22,2}$	$\frac{1}{25,8}$
Steinschlagbahn. Sehr schlecht, Gleise von $0^m,10$ bis $0^m,12$ Tiefe, dicker Koth, Boden fest und ungleich . .		0,0450		$\frac{1}{12,7}$	$\frac{1}{14,9}$
Steinschlagbahn. Sehr gut, trocken u. eben		0,010		$\frac{1}{49,9}$	$\frac{1}{58}$
Steinschlagbahn. Sehr hart, mit grobem Schotter, nass		0,0100		$\frac{1}{42,8}$	$\frac{1}{49,8}$
Sehr gutes Steinpflaster der Stadt Metz (Sierker Sandstein)		0,0072		$\frac{1}{64,7}$	$\frac{1}{75,5}$
Pariser Pflaster aus Sandstein von Fontainebleau . . Gewöhnlich trocken . .		0,0080		$\frac{1}{59,6}$	$\frac{1}{69,5}$
Pariser Pflaster aus Sandstein von Fontainebleau . . Gewöhnl. Zustand, nass u. mit Koth bedeckt . .		0,0110		$\frac{1}{46,0}$	$\frac{1}{53,5}$
Holzbohlenbelag einer Brücke		0,0120		$\frac{1}{42,8}$	$\frac{1}{49,8}$

standes (unter sonst gleichen Umständen) sorgfältige Versuche anstellte, und

auf horizontaler Bahn: $\frac{F}{Q_1} = m$.

Karren. $b = 0^m,10$ bis $0^m,12$; $\varrho = 0^m,032$.		Eilwagen der Messag. Royale et Générales. $b = 0^m,10$ bis $0^m,12$; $\varrho = 0^m,032$; $r_1 + r_2 = 1^m,15$; $f'\varrho = 0,00208$		Wagen mit aufgehängten Sitzen. $b = 0^m,07$ bis $0^m,08$; $r_1 = 0^m,45$; $r_2 = 0^m,70$; $\varrho = 0^m,027$; $f'\varrho = 0,00175$	
$r_1 = 0^m,80$; $f'\varrho = 0,00208$	$r_1 = 1^m,00$; $f'\varrho = 0,00203$				
$\frac{1}{10,5}$	$\frac{1}{13,10}$	Schritt und Trab	$\frac{1}{7,5}$	Schritt und Trab	$\frac{1}{6,9}$
		Schritt	$\frac{1}{21}$	Schritt	$\frac{1}{21,5}$
$\frac{1}{29,5}$	$\frac{1}{36,9}$	Trab	$\frac{1}{8,5}$	Trab	$\frac{1}{18,5}$
		Scharf. Trab	$\frac{1}{17,1}$	Scharf. Trab	$\frac{1}{17,2}$
$\frac{1}{17,0}$	$\frac{1}{21,2}$	Schritt	$\frac{1}{12,2}$	Schritt	$\frac{1}{12,3}$
		Trab	$\frac{1}{10,5}$	Trab	$\frac{1}{9,9}$
		Schritt	$\frac{1}{47,6}$	Schritt	$\frac{1}{49}$
$\frac{1}{60,2}$	$\frac{1}{82,8}$	Trab	$\frac{1}{40,9}$	Trab	$\frac{1}{41,8}$
		Scharf. Trab	$\frac{1}{40,9}$	Scharf. Trab	$\frac{1}{40,6}$
		Schritt	$\frac{1}{40,8}$	Schritt	$\frac{1}{41,8}$
$\frac{1}{56,9}$	$\frac{1}{71,0}$	Trab	$\frac{1}{26,5}$	Trab	$\frac{1}{27,0}$
		Scharf. Trab	$\frac{1}{22,6}$	Scharf. Trab	$\frac{1}{22,8}$
		Schritt	$\frac{1}{62}$	Schritt	$\frac{1}{64,2}$
$\frac{1}{86,3}$	$\frac{1}{170,0}$	Trab	$\frac{1}{42,0}$	Trab	$\frac{1}{43,0}$
		Scharf. Trab	$\frac{1}{36,2}$	Scharf. Trab	$\frac{1}{37,0}$
		Schritt	$\frac{1}{57,1}$		
$\frac{1}{79,9}$	$\frac{1}{99,0}$	Trab	$\frac{1}{34,1}$		
		Scharf. Trab	$\frac{1}{32,7}$		
		Schritt	$\frac{1}{44,0}$	Schritt	$\frac{1}{45,1}$
$\frac{1}{61,2}$	$\frac{1}{76,5}$	Trab	$\frac{1}{32,9}$	Trab	$\frac{1}{33,5}$
		Scharf. Trab	$\frac{1}{29,2}$	Scharf. Trab	$\frac{1}{29,8}$
$\frac{1}{56,9}$	$\frac{1}{71}$	Schritt und Trab	$\frac{1}{40,8}$	Schritt und Trab	$\frac{1}{41,8}$

zwar sowohl mit Modellwagen, als mit solchen von den gebräuchlichen Abmessungen des Alltagslebens.

Diese sämmtlichen Versuche beweisen unzweifelhaft die Vortheile der Fuhrwerke mit Federn und namentlich dann, wenn statt der Holzfedern solche aus Stahl in Anwendung gebracht wurden.

Dass die Federn zur Verminderung des Zugwiderstandes der Fuhrwerke, wie Edgeworth's Versuche lehren, besonders dann beitragen, wenn der Wagenkasten mit seiner Ladung so auf Federn ruht, dass sich der Kasten in jeder beliebigen Richtung (ausgenommen die der Länge) frei bewegen kann, erhellt ohne Weiteres aus der Natur elastischer Körper und aus den Principien der Mechanik.

Stösst beispielsweise ein Rad an einen merklich vorspringenden Stein, so wird dadurch die über demselben liegende Feder gebogen, demzufolge das Uebertragen des Stosses auf das Wagengestell verhütet, elastische Kraft in der Feder angesammelt, diese wieder beim Hinabsteigen des Rades vom gedachten Steine freigelassen und dadurch endlich der Geschwindigkeitsverlust mehr oder weniger wiedergewonnen [1]). Ohne eine derartige Elasticität müsste nothwendig das ganze Obergestell durch einen plötzlichen Stoss in die Höhe gehoben werden, wobei viel Arbeit aufgewandt wird, die man durch das Fallen über den Stein hinab (ohne Feder) nicht wieder gewinnen könnte [2]). Der Engländer Giddy [3]) bemerkt daher ganz richtig in einem Berichte an das englische Strassen-Bau-Comité (im Jahre 1808) u. A. über derartige Federn Folgendes: „Sie verwandeln alle Erschütterungen in eine blosse Vermehrung des Druckes und bewahren somit das Fuhrwerk, wie die Strasse vor den Folgen solcher Stösse; kleine Hindernisse werden durch ihre Hülfe überstiegen, ohne dass das Obergestell merklich aus seiner Lage kommt. Es ist wahrscheinlich, dass man selbst an dem schwersten Frachtwagen Federn von passender Form und Material mit Vortheil anbringen könnte“ [4]).

Ursprünglich hat man bei der Verwendung von Federn zwischen Rädern und Obergestell der Kutschwagen allein die Bequemlichkeit, das sanfte Fahren der darin Sitzenden im Auge gehabt, was freilich noch heute bei den in C-Federn hängenden Luxuswagen erster Classe (Fig. 150) der Fall ist, obwohl derartige Federn wegen der bedeutenden Längenschwingungen, in welche beim Fahren ihr Oberkasten versetzt wird, den Zugwiderstand unter allen Umständen vermehren [5]).

---

1) Ganz können die Federn, selbst bei vollkommener Elasticität, Verluste durch Stoss nicht ersetzen, da Achse und Räder selbst nicht auf Federn ruhen. (Man sehe auch Roerdansz a. a. O. S. 99 über diese Frage.)

2) Weisbach (Ing.-Mechanik, 3. Theil, S. 583) hat die Wirkung der Federn bei Räderfuhrwerken recht einfach (annäherungsweise) mathematisch nachgewiesen.

3) Dr. Hering, „Das Pferd“, S. 517.

4) Kröncke machte denselben Vorschlag bereits 1802, in welchem Jahre sein bereits oben (S. 104, Note 2) citirtes Buch: „Theorie des Fuhrwerks“ erschien. Die betreffende Stelle findet sich daselbst am Ende von §. 76.

5) Auch die bereits angeführten Versuche des Generals Morin bestätigen

Die Beantwortung der zweiten Frage, nämlich die nach der vortheilhaften Richtung der Zugstränge bei Räderfuhrwerken, hängt derartig mit dem Bau des Pferdes (als des allerwichtigsten Zugthieres) zusammen, dass wir hierüber Einiges vorausschicken müssen.

Die Füsse eines Pferdes bilden vier bewegliche Pfeiler, wovon im Ruhestande die vorderen senkrecht, die hinteren nur wenig schräg stehen. Der Schwerpunkt S des Körpers (Fig. 155) liegt mehr nach vorn, dem Kopf des Pferdes zugekehrt, so dass die Vorderfüsse ein grösseres Gewicht als die Hinterfüsse zu stützen haben.

Sobald aber das Pferd bei langsamem Fortschreiten einen Zug äussert, ändert sich dies Verhältniss, d. h. das Pferd hat dann nur, wie die Fig. 153 und 155 erkennen lassen, zwei Stützpunkte, einen an den Hinterfüssen, den anderen an den Vorderfüssen. Ausserdem aber kommt in diesem ziehenden Zustande auf die Vorderfüsse weniger Gewicht, als beim Ruhezustande, weil die Masse des Thieres von den Zugsträngen theilweise getragen, theilweise durch die schräger gestalteten (strebenartigen) Hinterfüsse gestützt wird, vorausgesetzt, dass das Thier hierzu die erforderlich guten Muskeln besitzt [1]).

Durch die Muskeln des Thieres wird jedoch nicht die Zugkraft hervorgebracht, sondern es sind diese die Bewegungsmechanismen, die elastischen Federn, welche die Ortsveränderung, das Vorwärtsbringen des Körpers veranlassen.

Die Zugkraft wird allein oder doch vorzugsweise durch das Gewicht des Thieres erzeugt. Könnte man sich einen Augenblick z. B. das Pferd ohne Gewicht denken, jedoch mit gehörigen Muskeln ausgestattet, so würde hierdurch doch keine Zugkraft geschaffen, weil in den Muskeln fast nur die Fähigkeit sitzt, das von ihnen bedeckte Knochengerippe des Thieres in erforderliche Stel-

---

(im Allgemeinen) das hier Erörterte, indem hinsichtlich der mit Federn ausgestatteten Fuhrwerke aus denselben hauptsächlich Folgendes hervorgeht:

1. Für die Fahrt im Schritt ist der Widerstand auf allen Strassen und selbst auf gutem Steinpflaster der nämliche für (in Federn) aufgehängte und nicht aufgehängte Fuhrwerke.

2. Auf Schotterstrassen und Steinpflaster nimmt der Widerstand mit der Geschwindigkeit zu, wobei übrigens die Vergrösserung um so geringer ist, je weniger man das Fuhrwerk starr macht, je besser es in Federn hängt und je glatter die Strasse ist. Die Widerstandszunahme ist bei gut aufgehängten Eilwagen auf sehr guten Schotterstrassen, deren Oberfläche keine hervorragenden Steine darbieten, zwischen den Geschwindigkeiten des Schrittes und des starken Trabes ziemlich gering.

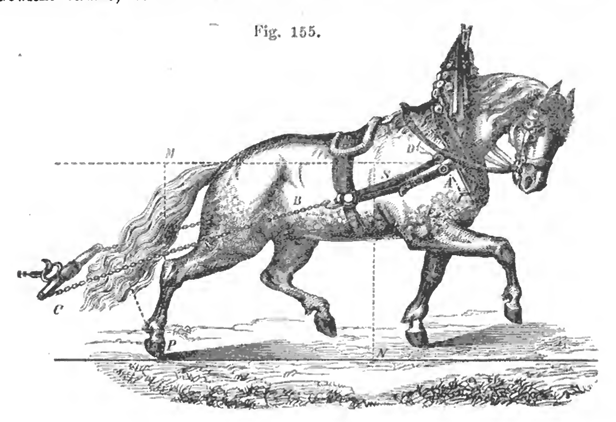
3. Die nicht in Federn hängenden Fuhrwerke, welche im Schritt fahren, verderben die Strasse mehr, als die aufgehängten Fuhrwerke bei der Geschwindigkeit des Trabes, und noch vielmehr werden die nicht in Federn hängenden Fuhrwerke bei der Geschwindigkeit des Trabes auf das Verderben der Strasse wirken.

1) Es dürfte hier der Ort sein, auf die nothwendige Rauhigkeit der Fahrbahn aufmerksam zu machen, damit der betreffende Hinterfuss (z. B. P unserer Abbildung Fig. 155) vor dem Ausgleiten bewahrt wird.

lungen und Lagen zu bringen, gleichsam durch Feder- (nicht aber durch Gewichts-) Wirkung gewisse Formen wiederherzustellen, diese zu verändern u. s. w.

Fig. 155 dient zur Erläuterung, wie das Pferd die Zugkraft durch sein Gewicht schafft, da nach dem Vorbemerkten der Punkt P des betreffenden

Fig. 155.



Hinterfusses gleichsam den Drehpunkt eines Hebels bildet, wobei das statische Moment der Kraft (Gewicht $= G$ des Pferdes) durch das Product $G \times \overline{PN}$, dagegen das statische Moment des Zugwiderstandes ($= S$ in der Strangrichtung BC) durch $S \times \overline{PF}$ bei geneigter, oder durch $S \times \overline{PM}$ bei horizontaler (oder der Fahrbahn paralleler) Strangrichtung gemessen wird [1]).

Aus dieser Betrachtung erhellt zugleich, dass im Allgemeinen die Zugstränge mehr oder weniger geneigt sein müssen, welche Neigung jedoch, aus anderen Gründen, sehr bald ihre Grenze findet, d. h. sie darf nicht zu gross sein.

Ehe wir auf letztere Gründe eingehen, müssen wir den Ort und die Art und Weise der Strangbefestigung am Pferde ein wenig beleuchten.

---

1) Ein Mensch, am Seile ziehend, welches über eine seiner Schultern gelegt ist, oder durch Ueberwerfen eines Zuggurtes, der beim Ziehen vorn gegen die Brust drückt, muss seinen Körper vorwärts biegen, um durch sein Gewicht zu wirken, wobei der Hebelarm PN (analog dem Pferde) nur dadurch sein Maximum erreichen kann, dass er den Körper bis fast zur Erde neigt, eine Richtung, die nur sehr kurze Zeit erträglich ist. Beim Pferde wird dieser Krafthebelarm einfach durch ein weiter nach hinten gerichtetes Einstemmen der Füsse bewirkt, während der Oberkörper seine ursprüngliche Lage nur wenig ändert. Aus allen diesen und noch anderen weitergehenden Schlüssen folgt überhaupt, dass der Mensch mehr zum Tragen (oder Schubkarrenschieben), das Pferd aber vorzugsweise zum Ziehen von Lasten geschaffen ist.

In Fig. 155 sind merkbar zwei kräftige Knochen, zwischen Hals und Beinen des Pferdes hervorgehoben, wovon der obere AD das Schulterblatt, der untere AE der Oberarm und die Stelle A zwischen beiden das Schultergelenk genannt wird. Dieser Knochenbau bezeichnet ohne Weiteres den Ort, wo man das Kummet (wie Fig. 155) oder den sogenannten Brustriemen (Z, Fig. 153)[1]) anzubringen hat.

Zugleich erhellt hieraus auch, dass sich das Kummetgeschirr eigentlich noch vortheilhafter zum Anbringen der Zugriemen und Stränge als das Brustblatt- (Sielen- oder Seil-) Geschirr eignet. Allerdings ist ersteres theurer und wird nicht überall so gut gemacht, dass es bequem und regelrecht aufliegt, während man beim wohlfeileren Brustblattgeschirr eigentlich kaum einen Fehler bei der Anordnung begehen kann.

Was die Gründe betrifft, welche gegen eine zu grosse Neigung der Zugstränge sprechen, so erhellt, wenn wir (wie in Fig. 153) den Winkel, welchen die Richtung der Stränge mit der Fahrbahn bildet, wieder mit β bezeichnen und die Spannung im Zugstrange $= S$ setzen, dass am Befestigungspunkte E der Stränge (also am Wagen unweit der Radachse am Steif- oder Schleppschwengel) ein Theil von S, nämlich der $S \,.\, sin.\, \beta$, auf die Erhebung des Fuhrwerks wirkt, welcher sich auf den Rücken des Pferdes als eine Gewalt überträgt, womit das Thier gegen den Boden gedrückt wird.

Der horizontale Werth $S\, cos.\, \beta$, welcher nach (1) S. 135, der Kraft P gleich ist, womit das Pferd horizontal gerichtet gegen den Brustriemen wirkt, nimmt aber mit dem Wachsen des Winkels β weniger ab, wie der Werth $S\, sin.\, \beta$ mit demselben Winkel zunimmt, weil der Sinus rascher wächst und abnimmt als der Cosinus[2]). Zu sehr gegen die Fahrbahn gerichtete Zugwinkel verurtheilen also das Pferd zu sehr zum Tragen, wozu, wie vorher erörtert, wohl der Mensch, nicht aber so das Thier geschaffen ist.

Durch einen verhältnissmässig zu grossen Zugwinkel β wird eigentlich das Gewicht des Pferdes vergrössert, welcher Vortheil aber wieder, abgesehen von der Ermüdung des Pferdes, dann aufgehoben wird, wenn man die Pferde mit grosser Geschwindigkeit laufen lassen muss, wie dies bei Postkutschen, Eilwagen und fast bei allen Luxusfuhrwerken, endlich auch bei den Fuhrwerken der Artillerie der Fall ist.

Setzt man diese Betrachtung weiter fort, so findet man überhaupt bald, dass der vortheilhafteste Zugwinkel für alle Fälle nicht derselbe sein kann, sondern dass er sich zunächst nach der Beschaffenheit des Pferdes zu richten hat, je nachdem dies schwächer oder stärker[3]), ein Arbeits- oder ein Luxus-

---

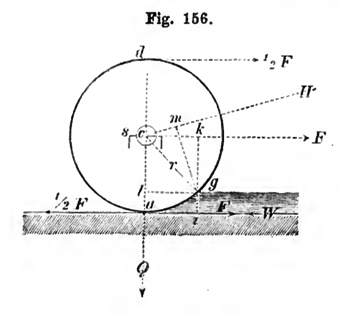
1) Wenn man verhältnissmässig kleine Pferde ausser Acht lässt, beträgt die Entfernung vom Fussboden bis zum Brustriemen (die Brusthöhe) $3\frac{1}{2}$ bis 4 Fuss. Die ganze Höhe des Pferdes wird vom Fussboden bis zum sogenannten Widerrist (U, Fig. 153) gemessen, die etwa bei mittelgrossen Pferden $5\frac{1}{2}$ Fuss ist.

2) Wir erinnern hierzu, dass (für den Intervall der gewöhnliche Zugwinkel):
für 3^0 der Sinus $= 0{,}052$, der Cosinus $= 0{,}998$ ist, ferner für
„ 6^0 „ „ $= 0{,}104$, „ „ $= 0{,}994$
„ 10^0 „ „ $= 0{,}191$, „ „ $= 0{,}981$
„ 18^0 „ „ $= 0{,}309$, „ „ $= 0{,}951$ u. s. w.

3) Bei stärkeren Pferden β grösser als bei schwächeren Thieren.

pferd ist, es mehr oder weniger schnell zu laufen hat u. s. w. Vor Allem aber hat sich der Zugwinkel auch nach der Beschaffenheit des Bodens zu richten, worauf sich das Fuhrwerk zu bewegen hat, so dass die Neigung der Stränge einzig und allein schon dann erfordert wird, wenn die Fahrstrasse sehr schwierig ist, noch mehr aber, wenn das Pferd im Stande sein soll, einzelne zufällige mehrere Centimeter hohe unzusammendrückbare Hindernisse von geringer Länge zu überwinden. Letztere Thatsache tritt noch schärfer hervor, wenn man sich bei Fig. 156 eine Zugkraft denkt, welche ein Rad über ein plötzliches Hinderniss von der Höhe gi bringen soll. Hat diese Kraft die zur Fahrbahn parallele Richtung cF, so wirkt sie an einem Hebelarme gk; giebt man ihr dagegen die schräge Richtung cH nach oben[1]), so wird gm der betreffende Hebelarm, wobei ohne Weiteres erhellt, dass $mg > gk$, also das statische Moment der Zugkraft ein viel grösseres ist.

Fig. 156.



Selbst auf ebener Bahn, unter den günstigsten Umständen, sollten, wenn verhältnissmässig langsam gefahren wird, die Zugstränge nicht parallel der Fahrbahn gerichtet sein[2]), weil beim ersten Anziehen eines jeden Fuhrwerkes, wo die Trägheit der Masse und die ruhende Reibung überwunden werden muss, das Pferd mit der Brust sich stets über die Vorderbeine (Fig. 155) etwas hinaus lehnt. War daher die ursprüngliche Strangrichtung parallel zur Fahrbahn, so musste sie beim Anziehen eine unzweckmässige Richtung nach unten annehmen, die vermieden werden muss, so lange man nur kann. Hierin ist auch einer der Gründe mit zu suchen, weshalb Vorspannpferde in der Regel weniger Kraft entwickeln können als Stangen- oder Gabelpferde, indem es hier geradezu unmöglich ist, bei den vorausgehenden Pferden die Stränge nach hinten abwärts zu neigen[3]). Auf rauhen, überhaupt weniger guten Strassen ist

---

1) Bei schweren Fuhrwerken trifft man sehr oft die Einrichtung, den sogenannten Schleppschwengel sowohl über die Deichsel, als auch unter dieselbe hängen zu können, was z. B. geschieht, wenn die Fuhrleute aus einem guten Wege in einen schlechten (weichen, morastigen u. s. w.) Weg oder gar in eine Vertiefung gerathen.

2) Bei einem nach den Grundsätzen der theoretischen Mechanik angeordneten Fuhrwerke müsste die Zugrichtung der Thiere durch den Schwerpunkt des ersteren gehen. Bei einiger Ueberlegung findet man bald, dass diese Anforderung aus mehrfachen Gründen praktisch nicht ausführbar ist. Ueber die Wirkung des excentrischen Zuges bei vierrädrigen Fuhrwerken handeln Gerstner (a. a. O. Bd. 1, §. 546) und Kaiser (a. a. O. §. 888).

3) Sehr oft sind leider die Stränge der Vorspannpferde (namentlich wenn

es daher weit vortheilhafter, die Pferde neben einander als vor einander zu spannen.

Aus allem bisher über die Richtung der Zugstränge Gesagten erklärt sich von selbst, wie es kommt, dass der sogenannte vortheilhafteste Zugwinkel, selbst von anerkannten Schriftstellern und Experimentatoren sehr verschieden angegeben wird.

So soll dieser Winkel (= β, Fig. 153) sein: nach Deparcieux[1]) 14 bis 15 Grad, nach Edgeworth[2]) 15 Grad, nach Migout und Bergery[3]) 10 bis 12 Grad, nach Brunel[4]) 11 bis 18 Grad, nach Cavalli[5]) 18 Grad und mehr. Dagegen nach Moll[6]) 6 bis 7 Grad (wenn das Pferd ein Sattelpferd ist)[7]).

---

diese klein sind) schon ursprünglich nach hinten aufwärts geneigt, so dass das Thier beinahe vom Boden gehoben wird, während das (oft alte, schwache) Stangenpferd (in Scheerdeichsel eines Karrens gehend) kaum im Stande ist, seinen eigenen Körper zu halten, fast zu Boden gedrückt wird und seine ganze Kraft braucht, um nicht einen Theil von dem Gewichte des vorderen Pferdes zu tragen. Brunel hat in dem Anhange zu dem bereits wiederholt citirten englischen (von Dr. Hering deutsch bearbeiteten) Werke „Das Pferd“, S. 492, diese verkehrte Anspannung der Pferde durch eine besondere Abbildung illustrirt, bei deren Betrachtung das Mitleid jedes Thierfreundes unbedingt hervorgerufen wird! Beim Schiffsziehen, wo diese verkehrte Zugrichtung fast unvermeidlich ist, nehmen Smeaton, Desaguillers u. A. auch hier die Zugkraft eines Pferdes nur zu $^4/_5$ von dem an, was es, richtig angespannt, vor einem guten Wagen ausübt.

1) „Sur le tirage des chevaux“ in den Memoiren der Pariser Akademie vom Jahre 1760, p. 263.

2) A. a. O. p. 67.

3) A. a. O. §. 8. Aus 1816 in Metz angestellten dynamometrischen Versuchen des Generals Berg. Beim Ziehen auf festem Boden ergab sich überhaupt Folgendes:

Neigung der Zugstränge in Graden.	Zugkräfte		
	starker Pferde.	schwacher Pferde.	der Pferde von mittlerer Kraft.
	Kil.	Kil.	Kil.
0°	389	346	360
6° — 7°	424	376	400
10° — 12°	443	401	422
13° — 16°	397	366	382

4) „Das Pferd“, deutsch von Dr. Hering, S. 495.

5) Turiner Memoiren (2) XI., p. 496 und hieraus in den „Fortschritten der Physik“, 6. und 7. Jahrgang, S. 104, sowie im Notizblatte des Hannoverschen Architekten- und Ing.-Vereins, Bd. 3 (1853—1854), S. 559.

6) Encyclopédie, Art. „Attelage“ (T. 2, p. 749).

7) In Deutschland ist in der Regel das linke Pferd das Sattelpferd, also das rechts gehende das Handpferd.

Morin's Versuche[1]) lehren ungefähr dasselbe. Ausdrücklich bemerkt wird nämlich, dass die vortheilhafteste Richtung der Zuglinie nicht nur von der Beschaffenheit der Fahrbahn, sondern auch von den Radhalbmessern und bei zweirädrigen Fuhrwerken von den Dimensionen des Vorderwagens und endlich davon abhängt, ob die verlängerte Zuglinie näher oder entfernter an der Achse vorbei geht.

Um die Ableitung des vortheilhaftesten Zugwinkels (welcher die Zugkraft zu einem Minimum macht) auf mathematischem Wege, hat sich besonders Piobert in seinem „Cours d'Artillerie" [2]) verdient gemacht, den er beispielsweise für hartes ebenes Terrain zu 2 Grad berechnet. Dabei erörtert dieser wackere Schriftsteller auch die Frage der vortheilhaftesten Raddurchmesser durch interessante Rechnungen, die überdies besonderen Werth als Aufgaben, zur Anwendung der Principien der Mechanik, haben. Beiläufig gesagt, gelangt Piobert (a. a. O. p. 304) dazu, dass der vortheilhafteste Radhalbmesser r = $0^m,73$ = 28,73 Zoll engl., oder der Durchmesser $1^m,46$, d. h. fast 5 Fuss engl. zu nehmen ist, wenn nicht besondere Umstände zu einer Abänderung nöthigen.

Schliesslich werde noch bemerkt, dass man die Länge der Geschirrstränge stets so kurz wie möglich nehmen sollte, ohne die Pferde in ihrer Bewegung zu hindern, weil lange Stränge nicht nur eine etwas elastische, nachgiebige Masse bilden[3]), die sich unregelmässig ausdehnt, was für die Zugkraft nachtheilig werden kann, sondern weil auch die Pferde zu leicht über lange Stränge treten und das Lenken und Regieren derselben schwieriger wird.

Man sehe in letzterer Beziehung auch Roerdansz, S. 103, und Brunel in dem Buche „Das Pferd", S. 484.

Endlich werde der Vollständigkeit der Literatur wegen noch eines bereits 1815 verfassten (etwas sehr breit gehaltenen) Artikels des Hessischen Capitäns Wiegrebe, in Dingler's polytechn. Journal Bd. 7 (1825), S. 196 gedacht, welcher die Ueberschrift trägt: „Ueber die zweckmässigste Richtung der Zugstränge bei dem Fuhrwesen".

Zusatz. Der Vollständigkeit wegen folgen hier noch einige Notizen in Bezug auf dasjenige zwei- (oder drei-) rädrige Fuhrwerk, welches vor Zeiten (in Deutschland) Draisine hiess und vor einigen Jahren wieder unter dem Namen Vélocipède auftauchte. Die Draisine, ein Fuhrwerk mit zwei in derselben Verticalebene (hinter einander) liegenden Rädern, welches zum Selbstfahren diente, wurde 1817 vom Forstmeister Drais in Mannheim zuerst construirt und benutzt. Zwischen den beiden Rädern war am entsprechenden Gestell ein Sattel angebracht, auf welchem die sich selbst fahrende Person Platz nahm. Sitzend durch geeignetes Schieben, indem sich die betreffende Person bald mit

---

1) Recht übersichtlich in deutscher Bearbeitung bei Kaiser (Handbuch der Mechanik §. 882).

2) Dem Verfasser liegt nur die lithographirte Ausgabe (April 1841) dieses Werkes der berühmten Metzer „École d'Application de l'Artillerie et du Génie" vor, woselbst der ganze mit „Roulage des Voitures" überschriebene Abschnitt höchst lesenswerth und der speciell citirte Gegenstand S. 308 u. f. zu finden ist.

3) Die Verminderung der Zugkraft eines Pferdes beim Schiffsziehen, zu ungefähr $^4/_5$ des Wagenzuges, liegt mit in den langen Zugseilen.

dem einen, bald mit dem anderen Fuss gegen den Boden stemmte, wurde, ohne Zwischenbringen irgend welcher mechanischer Mittel, der Fortlauf bewirkt, während gleichzeitig eine Steuerung des Vorderrades durch die Hände des Menschen erzeugt und das Lenken des Wagens zu Stande gebracht wurde. Im Jahre 1821 suchte ein gewisser Gomperz (Dingler's polyt. Journal Bd. 5, 1821, S. 289) dies Fuhrwerk dadurch zu verbessern, dass er an demselben einen Kurbelmechanismus (nebst Zahnrädern) anbrachte, bis endlich im Anfange der 60er Jahre dies Schwindel- und Kunstreiterfuhrwerk die neueste Gestalt annahm, Krummzapfen und Lenkstange für Fussbewegung, wie es jetzt Jedermann bekannt ist und die wir durch nebenstehendes Bildchen Fig. 157 [1]) als geschichtliche Notiz aufbewahren wollen.

Fig. 157.



Das hier in Anwendung gebrachte Segel, um bei gehörigem Winde Füsse und Arme nicht zu sehr zu ermüden, erinnert an die von Lord Macartney [2]) in China beobachteten Segel-Schiebkarren.

§. 10.

Strassen-Dampfwagen [3]).

Geschichte und Gegenwart.

Nachdem man den Wasserdampf zur Verrichtung mechanischer Arbeiten nutzbar zu machen verstanden hatte, war man be-

1) Deharme „Le Merveilles le Locomotion". P. 260, Fig. 63 unter dem Namen „Vélocipède a voile".

2) Oben S. 66 dieses Bandes.

3) Literatur über Strassen-Dampfwagen: A. Gordon, An historical and practical treatise upon elementar locomotion, by means of steam carriages on common roads etc., Edinburgh 1832. Ins Deutsche übertragen unter dem Titel: Historische und praktische Abhandlung über Fortbewegung ohne Thierkraft mittelst Dampfwagen auf gewöhnlichen Landstrassen, von Alexander Gordon. Mit 14 Tafeln Abbildungen. Weimar 1833. Das englische Original behandelt den fraglichen Gegenstand geschichtlich bis zum October 1832 und beschäftigt sich namentlich speciell mit den Strassendampfwagen und Dampfkutschen Griffith's (1821), Gordon's (1822 und 1824), Gurney's (1825 und 1831), Hancock's (1831), des Dr. Church (1832) u. A. — v. Baader, Ueber den gegenwärtigen Zustand und die künftigen Aussichten der Dampfwagen, insbesondere auf gewöhn-

müht, den betreffenden Maschinen eine so vielseitige Anwendung wie nur möglich zu geben, wohin auch deren Verwendung zur Bewegung des Strassenfuhrwerkes gehört.

---

lichen Strassen. Dingler's polyt. Journ. Bd. 48 (1833), S. 168. Dieser bekannte deutsche Techniker zeigt in diesem Aufsatze recht verständig, dass Strassendampfwagen (für allgemeine Zwecke) keine Zukunft haben. Noch ausführlicher behandelt er denselben Gegenstand in der folgenden besonderen Schrift: Die Unmöglichkeit, Dampfwagen auf gewöhnlichen Strassen mit Vortheil einzuführen, Nürnberg 1835. — Dr. Lardner, The Steam Engine, Seventh Edition. London 1840, p. 419 (Locomotive Engines on Turnpike Roads). Hier werden vorzugsweise die Dampfkutschen von Hancock, Ogle und Church besprochen. In der achten im Jahre 1850 erschienenen Auflage dieses Werkes wird der Strassen-Dampfwagen gar nicht mehr gedacht. — Rühlmann, Ueber Strassenlocomotiven. Mittheilungen des Gewerbe-Vereins für das Königreich Hannover. Jahrgang 1859, S. 17; (Boydell's Maschine) Jahrgang 1861, S. 249; (Aveling's Maschine) Jahrgang 1863, S. 311; (Versuche mit 7 Maschinen verschiedener Fabrikanten) Jahrgang 1865, S. 261 (Strassenlocomotiven in der Baierischen Pfalz). — Die Strassendampfwagen auf der internationalen landwirthschaftlichen Ausstellung zu Hamburg im Jahre 1863. Zeitschrift des Architekten- und Ing.-Vereins für das Königreich Hannover Bd 10 (1864), S. 248. Vorausgehend (ebendaselbst) S. 237, ein Bericht an das königl. Ministerium des Innern zu Hannover: „Ueber die Anwendung von Dampfwagen auf öffentlichen Strassen," erstattet von einer dazu berufenen Commission. — Sammann (Ober-Maschinenmeister zu Breslau), Die Strassenlocomotiven der Londoner internationalen Industrie-Ausstellung im Jahre 1862. Amtlicher Bericht. Classe 5, S. 487. Eine kurze, sehr gut abgefasste mit einfachen Holzschnitten begleitete Darstellung. — Perels, Handbuch zur Anlage und Construction landwirthschaftlicher Maschinen und Geräthe. Jena 1866. Zweiter Band, S. 383. Dem Zweck des Werkes überhaupt gemäss behandelt der Verfasser nur die Strassenlocomotiven für landwirthschaftliche Arbeiten. Eine übersichtliche Abhandlung, der nur noch einige Abbildungen hätten beigegeben werden sollen. — Wottitz, Abschnitt „Strassenlocomotiven" im Special-Berichte über die Maschinen und Geräthe der internationalen Industrie- und landwirthschaftlichen Ausstellungen zu Stettin und Cöln im Mai und Juni 1865, Wien 1866, S. 103. Hier wird namentlich über die Maschinen von Fowler und Schwarzkopf auf der Cölner Ausstellung berichtet, wobei leider von letzterer (als einer Schnellzugmaschine) die Abbildung fehlt. — Eine fast vollständige, mit Abbildungen (Holzschnitten) begleitete Uebersicht der vom Anfange der 60er Jahre bis 1869 beachtenswerthesten englischen Strassenlocomotiven lieferte seiner Zeit der jetzige Professor A. Wüst in dem Cultur-Ingenieur von Dünkelberg, Bd. II, 1869. Speciell werden hier nach einander besprochen die Strassenlocomotiven (mit Gummireifen) von Thomson in Edinburg, die von Aveling & Porter in Rochester, von Garrett & Söhne in Saxmundham, von Chaplin & Co. in Glasgow, ferner von Ransomes & Sims in Ipswich, von Robey & Co. in Lincoln, von Burrell in Thetford, von Tuxford & Sons in Boston, von John Fowler in Leeds und von J. & F. Howard in Bedford. Gleichfalls unter Beigabe von Abbildungen liefert Richard Toepffer im 3. Bande von

Besondere Veranlassung hierzu gab auch noch der Uebelstand, dass die Geschwindigkeit, womit die Zugthiere Arbeiten verrichten können, verhältnissmässig eine sehr beschränkte ist [1]), ferner die naturgemässe Ermüdung der Thiere das Gebundensein an eine ganz bestimmte Zeitdauer der Arbeit fordert, und endlich die nicht fern liegende Hoffnung, dass die vom Dampfe erzeugte Zugkraft wohlfeiler zu beschaffen wäre, als die der geeigneten Thiere, insbesondere der Pferde.

Der Erste, welcher vorschlug, die Dampfmaschine als Beweger der Strassenfuhrwerke zu benutzen, war Savery (Bd. 1, S. 494) der Erfinder der sogenannten hydraulischen Dampfmaschinen [2]);

Dünkelberg's Cultur-Ingenieur eine Beschreibung derjenigen Strassenlocomotive von John Fowler & Co. in Leeds, welche diese Firma auf der Londoner Smithfield-Schau im December 1869 ausgestellt hatte. Sogenannte landwirthschaftliche Strassenlocomotiven, sowohl von einigen der bereits genannten Firmen (Aveling & Porter, John Fowler etc.) als auch von Clayton & Shuttleworth in Lincoln, so wie endlich von Bede & Co. (Société Houget Teston) in Verviers, finden sich besprochen und durch schöne (perspectivische) Abbildungen erläutert in Professor Perels Berichte über die landwirthschaftlichen Geräthe und Maschinen der Wiener Weltausstellung von 1873, S. 382 und 451. (Wien 1874 im 1. Bande des von Dr. Lorenz redigirten Werkes: „Die Bodencultur auf der Wiener Weltausstellung von 1873"). Zu dem Neuesten des betreffenden Gegenstandes ist auch der Abschnitt „Strassenlocomotiven" in Professor Wüst's (erstem Jahresberichte) über die Fortschritte im landwirthschaftlichen Maschinenwesen (Leipzig 1875) zu rechnen, woselbst sich speciell Fowler's neue Strassenlocomotive abgebildet vorfindet. Noch andere (reiche) Quellen zum Studium namentlich englischer Strassenlocomotiven sind die beiden Zeitschriften: „The Engineer", so wie „Engineering" und endlich die in unserem Werke oft citirten Patent Specifications, die wir im Nachstehenden speciell zu citiren Gelegenheit finden werden.

1) Seiner Zeit legten die besten englischen Stage-Coaches in der Stunde 11 englische Meilen zurück, was einer Geschwindigkeit von $\frac{5280 \cdot 11}{3600} = 16{,}11$ Fuss per Secunde entspricht (Gordon a. a. O. S. 24). Zwischen London und Birmingham sollen (1832) diese Personen-Eilwagen sogar 12, ja zuweilen 15 Meilen (?) per Stunde gefahren sein, so dass die Geschwindigkeiten per Secunde also beziehungsweise $\frac{12 \cdot 5280}{3600} = 17{,}6$ und $\frac{15 \cdot 5280}{3600} = 22$ Fuss betragen hätten (Gordon a. a. O. S. 211).

Wood (Eisenbahnkunde, S. 312, der Köhler'schen Uebersetzung) giebt 13 engl. Meilen pro Stunde oder 19 Fuss = 1,8 Meter pro Secunde als Geschwindigkeit der Liverpool-Manchester Stage-Coaches an. (Ob dies wohl wahr ist?!).

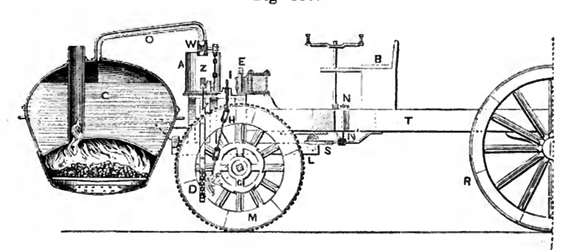
2) Smiles, Lives of the Engeneers, Vol. 3, p. 74.

indess ist von einer wirklichen Ausführung der Idee Nichts bekannt geworden. Ebenso erging es (1759) Dr. Robison in Glasgow, dem Jugendfreunde Watt's und dessen Mitarbeiter an der Vervollkommnung der Dampfmaschine [1]).

Der Erste, dem die Construction eines Strassendampfwagens wirklich gelang, war der französische Ingenieur Cugnot [2]). Eine auf Kosten der französischen Regierung erbaute Maschine desselben wurde 1769 vor dem damaligen Kriegsminister Choiseul u. A. probirt, wobei die Fahrt auf Pariser Strassenpflaster mit einer Geschwindigkeit von 4 Kilometer ($2^1/_4$ engl. Meilen) pro Stunde geschah und die Nutzlast aus vier darauf sitzenden Personen bestand.

Die Anordnung dieser Maschine erhellt aus Fig. 158 u. 159 (in $^1/_{56}$ wahrer Grösse gezeichnet). Man erkennt zunächst, dass der ganze Bau auf drei

Fig 158.



Rädern ruhte, nämlich auf einem Triebrade M und zwei hinten angebrachten Laufrädern RR. Der zugehörige Dampfkessel C war an einer Fortsetzung des Gestellrahmens T nach vorn hin aufgehangen und stand mit zwei neben einander gestellten Dampfcylindern AA (Fig. 159) durch eine Röhre O in geeigneter Verbindung. Das abwechselnde Zuführen des Dampfes wurde durch einen Hahn W vermittelt, wobei erhellt, dass die Dampfmaschinen einfach wirkende waren und überhaupt der in Bd. 1, S. 499 abgebildeten und beschriebenen Leupold'schen Hochdruckmaschine (von 1725) glichen.

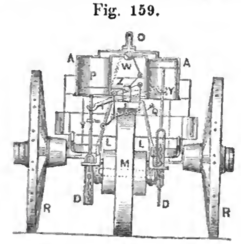
Beim Niedergange eines der Kolben P nahm die Stange D einen lose auf die Achse des Triebrades gesteckten Krummzapfen F mit sich, wozu man

1) Allg. Maschinenlehre, Bd. 1, Zweite Auflage, S. 500 (Note).

2) Cugnot war ein Lothringer von Geburt (geb. 1729, gest. 1804 in Paris). Ausführlich über Cugnot's Strassenlocomotiven handelt ein Bericht des englischen Ingenieur Cowper in den Proceedings of the Institution of (Birmingham) Mechanical Engineers 1853, p. 33 u. s. w., mit Abbildungen der Original-Maschine begleitet, die hier benutzt wurden. Noch andere Angaben über Cugnot macht Perdonnet in seinem „Traité élémentaire des chemins de fer", Tome 3, p. 53 u. s. w.

die erforderliche Verbindung durch Kette und Bogenstück herbeigeführt hatte.

Fig. 159.



Auf der Warze von F steckte ein doppelter, nach zwei Seiten in Wirksamkeit zu setzender Sperrkegel, der beziehungsweise in die nach der einen oder anderen Seite gerichteten Zähne eines Sperrades G greifen konnte, welches mit dem Triebrade M fest verbunden war, wodurch letzterem bei jedem Kolbenniedergange das Viertel einer Kreisumdrehung ertheilt wurde. Mit dem abwärtsgehenden Kolben bewegte sich gleichzeitig eine Kette H niederwärts, die man an derselben Seite am Krummzapfen F befestigt hatte. Unter Vermittelung eines Hebels J wurde hierdurch die aufwärts gerichtete Bewegung des zweiten Kolbens zu Stande gebracht.

Die erforderliche Drehung des Steuerhahns W geschah in folgender Weise: Ungefähr in der Mitte jeder Kolbenstange war eine Knagge Y befestigt, welche beim Niedergange an die äussersten Enden eines Hebels Q stiess. Letzterer stand wieder in der aus Fig. 159 ersichtlichen Weise mit einem zweiten darüber liegenden Hebel Z in Verbindung, von dessen Drehachsen aus die Bewegung auf den Hahn W durch ein Kniegelenk übertragen wurde.

Um die Drehung des Triebrades M beliebig rechts oder links herum geschehen, das Fuhrwerk also vorwärts oder rückwärts laufen lassen zu können, bedurfte es nur beziehungsweise des Auslösens und Einlösens des betreffenden Sperrkegels F' in die nach der einen oder andern Seite gerichteten Zähne des Ringes G.

Die Steurung des Wagens wurde vom Sitzplatze B des Führers aus durch geeignete Drehung eines Händels bewirkt, wodurch die betreffende Bewegung erst einem Radpaare N mitgetheilt, nachher aber einem Getriebe N' und mittelst des letzteren auf einen am Gestellrahmen L befestigsten Zahnboden S übertragen wurde.

Nach sehr ungünstig ausgefallenen Versuchen wurde Cugnot's Strassendampfwagen als Modell dem Conservatoire des Arts et Métiers in Paris einverleibt, wo sich solches noch heute befindet.

Von 1772 ab beschäftigte sich auch der Amerikaner Olivier Evans mit der Ausführung von Strassendampfwagen [1]). 1784 nahm James Watt ein englisches Patent [2]) auf Verwendung seiner Dampfmaschine zum Bewegen von Fuhrwerken auf gewöhnlichen Strassen. Von 1784 bis 1786 bestrebte sich William Symington [3]), in Schottland einen Strassendampfwagen herzustellen, gelangte aber wegen der damaligen schlechten Beschaffen-

1) Smiles, a. a. O. Vol. 3, p. 76.

2) Muirhead, Origin und Progess of James Watt's Mech. Invent. Vol. 3. p. 110.

3) Smiles, a. a. O. p. 76.

heit der schottländischen Strassen zu keinem praktischen Ziele. In derselben Zeit brachte Watt's Freund und Gehülfe William Murdock ein wirklich gangbares Modell eines Dampfwagens zu Stande, wovon sich bei Smiles und Muirhead (a. a. O.) Abbildungen vorfinden.

Von 1788 ab bemühte sich noch ein zweiter Nordamerikaner, Nathan Read aus Massachusetts, mit um die Herstellung eines Strassen-Dampfwagens, dessen 1790 dem amerikanischen Congresse eingereichtes Patent [1]) erkennen lässt, dass die Construction dieses Wagens einen Dampfkessel in sich fasste, welcher aus einem Systeme von Wasser- und Röhren-Kesseln bestand, ferner aus zwei Hochdruckdampfmaschinen mit horizontalliegenden Cylindern versehen war und deren hin- und hergehende Kolbenbewegung durch geeignete Zahnstangen mit correspondirenden Getrieben zur Umdrehbewegung der Triebräderwelle geeignet gemacht wurde. Ausführlich hierüber handeln die unten in Note 2 angegebenen Quellen. Von einer Ausführung der Read'schen Entwürfe ist Nichts bekannt geworden.

Nach vielen Mühen und Drangsalen gelang es Olivier Evans im Winter von 1803 bis 1804, die erste Strassenlocomotive in Gang zu bringen, von der berichtet wird [2]), dass sie „im Angesichte von wenigstens zwanzig Tausend Zuschauern durch die Strassen von Philadelphia bis an den Schuylkill-Fluss“ ihren Lauf nehmen konnte. Leider wurde weder von dieser ersten Maschine ernsterer Gebrauch gemacht, noch fanden Evans' Bestrebungen überhaupt die verdiente Anerkennung.

In England nahm im Anfange dieses Jahrhunderts ein Ingenieur

---

1) Der Neffe Nathan Reads, ein Herr David Read, zu Bnrlington (im Staate Vermont) hat seit dem Erscheinen der ersten Auflage gegenwärtigen 3. Bandes der „Allgemeinen Maschinenlehre“ (1870) ein bei Hund Houghton in New-York verlegtes Buch veröffentlicht, worin actenmässig nachgewiesen wird, dass Nathan Read sich schon von 1780 ab mit der Construction von Röhren Dampfkesseln, Hochdrukdampfmaschinen, Strassen-Locomotiven und Dampfschiffen beschäftigt hat. Der vollständige Titel dieses Buches ist folgender:

„Nathan Read: His invention of the multitubular boiler and portable highpressure engine, and discovery of the true mode of applying steam-power to navigation and railways.“

2) Wood's praktisches Handbuch der Eisenbahnkunde. Deutsch bearbeitet von Hermann Köhler, Braunschweig 1839, S. VIII.

der Cornwaller Zinnbergwerke, Richard Trevithik[1]), die Construction von Strassendampfwagen wieder auf, verband sich (wahrscheinlich der Geldmittel wegen) mit einem gewissen Andrew Vivian und nahm mit diesem zugleich 1802 ein Patent[2]) auf „Steam engines for propelling carriages", was sie bald durch den Bau eines Wagens in die Praxis einzuführen suchten, der auf vier Rädern laufend, ausser der Dampfmaschine und deren Kessel, ganz einer gewöhnlichen Stage-Coach glich.

Die Dampfmaschine war eine doppeltwirkende Hochdruckmaschine, mit einem horizontalliegenden Cylinder, die man nebst Kessel und Feuerbox über der Hinterachse des Wagens befestigt hatte. Die Bewegung wurde, von der Kolbenstange aus, mittelst einer Lenkstange auf einen Krummzapfen übertragen, auf dessen Welle ein Zahnrad sass, welches mit einem (etwas grösseren) auf der Triebradwelle im Eingriffe stand.

Ausserdem beschaffte man die Bewegung des Dampfsteuerhahns, der Speisepumpe, eines Gebläses (zur Erzeugung des erforderlichen Luftzuges für den Verbrennungsprocess) von der Krummzapfenwelle (des Triebrades) aus und befestigte auf dieser Welle auch ein kräftiges Schwungrad[3]).

Diese Dampfkutsche erregte so viel Aufsehen, dass sie von Lands-End (Cornwall) nach London geschafft und dort von aller Welt, insbesondere von den damaligen berühmten Männern der inductiven Wissenschaften, Davies Gilbert und Sir Humphry Davy, beide (wie Trevithik) aus Cornwall gebürtig, bewundert und gepriesen wurde[4]).

---

1) R. Trevithik wurde 1773 in einem Dorfe des Kirchspieles Illogan (Cornwall) geboren und starb 1833 (arm, krank und elend) zu Dartford in Kent. Ausführliches über Trevithik's Leben und Verdienste berichtete kürzlich Herr M. M. v. Weber in Westermann's deutschen Monatsheften (October 1876, S. 60 etc.) unter der Ueberschrift: „Der Ahne der Locomotiverfindung."

2) Specification Nr. 2599 vom 26. März 1802, begleitet von einer grossen Tafel Abbildungen.

3) Sir Humphry äusserte (nach Smiles a. a. O. p. 81) unter Anderm „I shall soon hope to hear that the roads of England are the haunts of Captain Trevithik's dragons a characteristic name."

4) Bei Gelegenheit der Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente, 1872 im South Kensington Museum zu London, producirte (nach dem engl. Journale, The Engineer vom 16. Juni 1876, P. 445) Mr. Woodcroft, der bekannte Chef der engl. Patent Office, ein von Trevithik im Jahre 1802 construirtes Modell einer Strassenlocomotive, womit er wirklich Fahrten gemacht haben soll (Engineer vom 26. Mai 1876, p. 389).

Schon damals (1803) gelangte Trevithik zu der Ueberzeugung, dass derartige Dampfwagen nicht eher praktischen

---

Diese Trevithik'sche Strassenlocomotive zeigen nachstehende Abbildungen, Fig. 160 bis mit 163. (Die beiden letzteren Figuren sind entsprechende Details zur Erklärung der angewandten Hahnsteuerung.

Die verticalstehende doppeltwirkende Betriebsdampfmaschine C ist in den Dampfkessel K von oben hineingehängt.

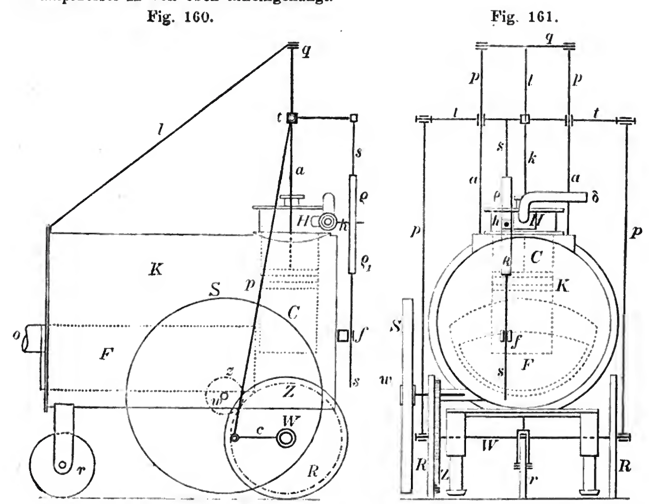


Fig. 160. Fig. 161.

Die verlängerte Kolbenstange k trägt nach oben hin eine Traverse (einen Kreuzkopf) tt, welche ihre Führung durch Gleitbahnen aa erhält. Oben sind die Gleitbahnen durch ein Querstück q verbunden und noch mittelst einer Schiene l gegen den Kessel abgesteift. An den Endzapfen der Traverse sind die Pleulstangen p aufgehangen, welche die auf- und abgehende Bewegung des Dampfkolbens auf die Warzen der beiden Krummzapfen c übertragen und damit die Umdrehung der am Umfange völlig glatten Triebräder RR bewirken. Zur Regulirung der Bewegung dient ein Schwungrad S, welches auf der seitlich angebrachten Welle w sitzt und vermittelst des Zahnradpaares zZ in Umdrehnng gesetzt wird. Ein drittes Rad r (Laufrad) dient als Steuerrad, um die fortschreitende Bewegung der ganzen Maschine nach Umständen verändern (die Maschine lenken zu können). Der Dampfkessel K ist cylindrisch und mit einem sogenannten Flammrohre (Feuerrohre) F ausgestattet, wobei der Rost im Innern des letzteren liegt, der ganze Kessel überhaupt ein sogenannter Cornwall-Kessel ist. Die Dampfvertheilung für die auf- und abgehende Bewegung des Kolbens im Cylinder C geschieht wie folgt:

Werth erlangen, überhaupt keine Zukunft haben könnten, bevor man nicht auf eine recht gründliche Verbesserung der Strassen Bedacht nähme. In der That verliess Trevithik den Strassendampfwagen gänzlich, wandte seine Aufmerksamkeit der Verbindung des Dampfrosses mit dem Eisenwege zu und construirte als zweites Exemplar eine Eisenbahn-Locomotive, auf welche wir später, im Abschnitte „Eisenbahn-Fuhrwerke“, zurückkommen werden.

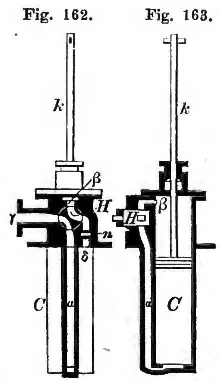
Verständige Mechaniker, kluge Capitalisten und Geschäftsmänner verzichteten von hier ab auf das undankbare Project der Strassendampfwagen und verwendeten ihre ganze Aufmerksamkeit auf die Vervollkommnung der Dampfwagen für Eisenbahnen, bis diese Bestrebungen durch die eminenten Erfolge gekrönt wurden, welche sich 1829, bei der Eröffnung der Liverpool-Manchester-Eisenbahn, thatsächlich aller Welt zeigten.

Indessen waren es andererseits gerade die Ergebnisse letzterer Eisenbahn, welche von Neuem zur Aufnahme und Verfolgung des Projectes der Dampfwagen für gewöhnliche Strassen anregten. Es zeigte sich nämlich bald, dass die glänzenden Resultate der mechanischen Technik „sehr theuer“, ja nach Ansicht der

---

Aus den Detailfiguren 162 und 163 erhellt, dass der im Rohre δ zugeführte frische Dampf bald mit dem Kanale α (der unterhalb des Kolbens in den Cylinder C einmündet), bald mit dem Kanale β (der den Dampf über den Kolben führt) in Verbindung gesetzt wird und in derselben Weise auf die Abführung des Dampfes (nach seiner Wirkung auf den Kolben) durch das Rohr γ veranlasst wird. Die hierzu erforderliche Steuerung wird durch den Vierweghahn H bewirkt, dessen geeignete Drehung von der Traverse t aus durch die Steuerstange s veranlasst wird. Diese Stange s trägt in ihrer Mitte ein Rähmchen $\varrho\,\varrho_1$, durch welches der auf die Küke des Vierweghahns H aufgesteckte Hebel h hindurchreicht. Die Länge des Rähmchens ist nun so bemessen, dass kurz ehe der Kolben seinen tiefsten Stand erreicht hat, der obere Steg ϱ auf den Hebel h aufschlägt und dadurch den Hahn H in die dem Kolben-Aufgange entsprechende Stellung bringt. Ist der Kolben beinahe oben angekommen, so schlägt der untere Steg ϱ_1 gegen den Hebel h und bringt den Hahn somit in die entgegengesetzte Stellung etc. etc.

Fig. 162. Fig. 163.



Geldmenschen „viel zu theuer“ erkauft waren. Die Anlage der Liverpool-Manchester-Bahn hatte mit ihren Locomotiven-Maschinen das Doppelte des Voranschlags, eine Million Pfund Sterling, gekostet, und ihre Unterhaltung wie ihr Betrieb erforderte (nach den damaligen Ansichten und Verhältnissen) einen ungeheuren Aufwand.

Es war daher naturgemäss, dass die Mechaniker der Landstrassen-Dampfwagen wieder Muth schöpften, dieselben Resultate auf gewöhnlichen Strassen wohlfeiler zu erhalten, ja sogar hofften, die kostbaren Eisenbahnen ganz verdrängen zu können!

Durch einige mit derartigen Dampfwagen auf gewöhnlichen Landstrassen erlangten scheinbar besseren Erfolge wurde bald so viel Aufsehen erregt, dass sich im Jahre 1831 sogar das Unterhaus des englischen Parlaments zur Prüfung der gewonnenen Resultate durch eine Commission bewegen liess, die freilich mit Ausnahme von Zweien, ganz aus den patentirten Erfindern und Eigenthümern der neuen Dampfkutschen (Steam-Carriages), ihren Associés und Werkmeistern bestand. Der amtliche Bericht dieser Commission war so überaus günstig [1]), dass es schien, als wären alle seit Cugnot und Trevithik bestandenen Schwierigkeiten glücklich besiegt.

Leider wollten die hierdurch erregten Erwartungen abermals nicht in Erfüllung gehen [2]), vielmehr fanden sich, trotz der Gegenanstrengungen besonders Gurnay's, Gordon's [3]), Ogle's [4]) und des Dr. Church [5]), immer mehr vernünftige Mechaniker und Geldleute, welche von jeder weitergreifenden Verfolgung der Sache abriethen [6]). Auch in Deutschland erhob sich die Stimme geachteter Männer gegen die allgemeine Nützlichkeit der

1) Dingler's polyt. Journ. Bd. 48 (Jahrgang 1833), S. 170.

2) In einem andern Artikel des Dingler'schen Journ. (Bd. 48), welchen Baader in München nach dem „Foreign Quarterly Review“ vom October 1832 deutsch bearbeitete, heisst es S. 15: „Seit Trevithik sind wahrscheinlich nicht weniger als hundert Dampfwagen, welche auf gewöhnlichen Strassen fahren sollten, gebaut worden, die sich jedoch nur darin glichen, dass sie dieselben unglücklichen Resultate hatten.“

3) Dessen oben citirtes Werk „Abhandlung über Fortbewegung ohne Thierkraft.“

4) Dingler's polyt. Journ. Bd. 49, S. 161; Bd. 50, S. 3; Bd. 61, S. 476 u. s. w.

5) Ebendaselbst Bd. 61, S. 476 und Bd. 63, S. 286 (Zeugenaussagen).

6) v. Baader in Dingler's polyt. Journ. Bd. 48, S. 168, sowie in der selbstständigen bereits oben citirten Schrift.

Strassen-Dampf-Fuhrwerke überhaupt, so dass mit dem Anfange der Vierziger Jahre die ganze Angelegenheit fast wieder in Vergessenheit gerathen war und nur noch 1841 in Frankreich eine von Dietz versuchte Maschine vorübergehende Aufmerksamkeit erregte [1]).

Die bereits Bd. 2, S. 555 hervorgehobenen Bemühungen der Engländer, die Dampfmaschine für landwirthschaftliche Zwecke brauchbar zu machen, wurden auch Veranlassung, dahin zu trachten, den Strassenlocomotiven eine geeignete Stellung zu verschaffen. Die Thatsache, dass das Haupthinderniss des Gelingens brauchbarer Strassendampfwagen in der Beschaffenheit der Fahrwege liege, und dass dieser Uebelstand sich in noch höherem Grade bei der Verwendung dieser Maschinen für Ackerbauzwecke herausstellen musste, führte zur Verwendung derselben auf transportablen Eisenbahnen und zur Construction von Zugmaschinen (Traction-Engines) mit Schienenschuhen oder Pantoffeln.

Indem wir hinsichtlich der Verwendung transportabler Dampfmaschinen auf temporären Eisenbahnen die Bd. 2, S. 556 erörterten Bestrebungen Osborn's und Willoughby's ins Gedächtniss rufen, fassen wir hier nur das zweite System, nämlich Boydell's Zugmaschine mit endloser Schienenbahn (Schleppbahn), und zwar specieller ins Auge, als dies bereits an der citirten Stelle (Bd. 2, S. 555) geschehen konnte. Vorher werde jedoch bemerkt, dass Boydell, von 1846 an [2]), bemüht war, seine Schleppbahn-Locomobile zum Selbstfahren und Ziehen über lockeren Erdboden (frisches Ackerland), sandiges, morastiges und selbst über löcheriges Terrain brauchbar zu machen.

Mit Erfolg gelang dies jedoch erst 1854 [3]), und war es, nach Wissen des Verfassers, insbesondere die Versammlung der Royal Agricultural Society zu Carlisle 1855, wo sich Boydell's Schleppschuh-Locomotive unter geeigneten Umständen zuerst als wirklich brauchbare Maschine erwies [4]).

---

1) Bulletin de la Société d'encouragement, Jahrgang 1841 und daraus in Dingler's polyt. Journ. Bd. 80 (1841), S. 81.

2) Patent Specification Nr. 11357 vom 29. August 1846.

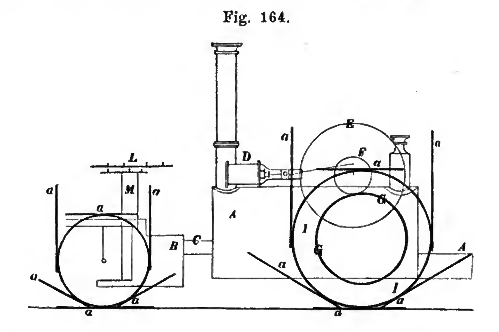
3) Patent Specification Nr. 431 vom 22. Februar 1854.

4) Der Verfasser hatte zuerst Gelegenheit, bei dem grossen Meeting derselben Gesellschaft, in Chester 1858, die Boydell'sche Maschine in ihrer Arbeitsthätigkeit beobachten zu können. Ein betreffender Bericht findet sich abgedruckt in den Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereins, Jahrgang 1859, S. 17.

Durch die charakteristisch sinnreiche Schleppbahn ist Boydell's Maschine namentlich jungen Technikern, ein für alle Zeit beachtenswerther Constructionsgegenstand geworden, so dass es der Verfasser für Pflicht hält, hier auf die Sache etwas näher einzugehen.

Die Skizze Fig. 164 lässt zunächst eine Gesammtansicht der Maschine erkennen, welche bis auf die Schleppbahn, den Vorderwagen mit Steuerung

Fig. 164.



und eine Zahnradtransmission zur Bewegungsübertragung auf die Triebräder einer gewöhnlichen Locomobile gleicht, wie solche bereits Bd. 2, §. 65 ausführlich beschrieben und durch Abbildungen erläutert wurde. Vorder- und Hinterwagen A und B sind durch ein kräftiges Halsstück C verbunden[1]). Auf der Krummzapfenwelle hat man ein Schwungrad E, sowie zwei Zahnräder F (an jedem Ende eins) festgekeilt, welche letztere mit grossen Zahnrädern G in Eingriff gebracht werden konnten, die man zu beiden Seiten auf der Achse der grossen Triebräder J befestigt hatte[2]).

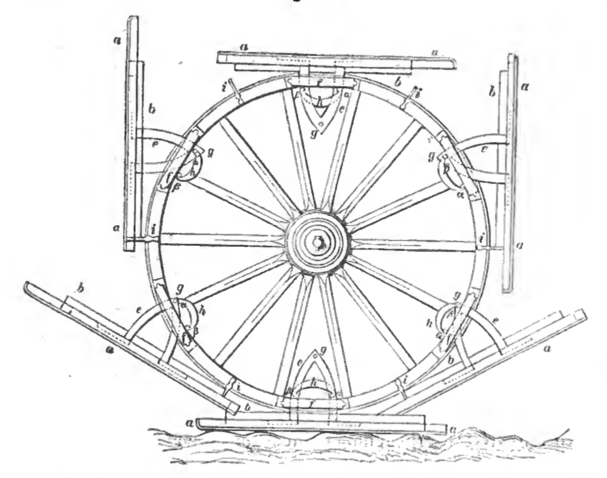
Der Steuermechanismus LM am Vorderwagen ist im Allgemeinen so angeordnet, wie bei der S. 156 beschriebenen, allerersten Strassen-Locomotive von Cugnot.

1) Eine der vom Verfasser (1858) in Chester längere Zeit beobachteten Maschinen hatte zwei Dampfcylinder von je $6\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, 10 Zoll Kolbenhub und arbeitete mit einer Dampfspannung von 80 Pfd. Ueberdruck pro Quadratzoll englisch.

2) In dem bereits notirten speciellen Falle hatte jedes der Zahngetriebe F 10 Zähne, jedes der fünffüssigen Stirnräder G war mit 96 Zähnen ausgestattet, so dass man die Triebräder im Verhältnisse von $^{10}/_{96}$ gegen die Krummzapfenwelle langsamer laufen lassen konnte. Für das noch langsamere, fortschreitende Bewegen war ausserdem ein (mit Ausrückmechanismus versehenes) zweites Zahnradvorgelege angeordnet, durch welches die Umdrehungszahl der Krummzapfenwelle um das $^{10}/_{96} \cdot {}^{10}/_{20} = {}^{5}/_{96}$fache vermindert werden konnte.

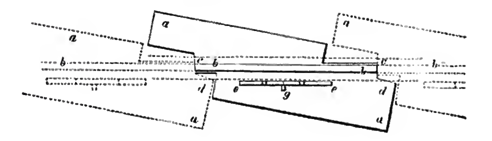
Was nun den Hauptgegenstand, die Schleppbahn der Boydell'schen Maschine, anlangt, so wird derselbe mit Zuziehung der Fig. 165 bis 167 leicht verständlich.

Fig. 165.



aa sind sechs (in Fig. 164 nur angedeutet) hölzerne, mit eisernen Kantenschienen und Nägeln armirte Bohlenschwellen, worauf in diagonaler Rich-

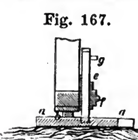
Fig. 166.



tung die Eisenbahnschienen *bb* befestigt sind. Die eigenthümliche Gestaltung der Spitzen oder Zehen *c* der Schwellen *a*, sowie der Hacke oder des Hintertheiles *d*, lässt besonders die Grundrissfigur 166 erkennen, sowie gleichzeitig erhellt, dass, weil die Schwellen länger als die Bahnschienen *b* sind, natürliche Gelenke gebildet werden, welche für das nothwendige regelrechte Zusammengreifen und gehörige Auseinanderlegen der Schienen, mit möglichst wenigen Zwischenräumen an den Stössen, von wesentlichem Nutzen sind. Zur losen Verkupplung der Bahnschwellen *a* dienen die (nach Cykloiden gekrümmten) Bogengehänge *e*, welche auf Anschlägen oder Führungen *f* der Radfelgen Platz

finden (man sehe hierzu namentlich Fig. 167), sich darin verschieben können und am Herabfallen durch einen vorspringenden Stift *g* gehindert werden.

Fig. 167.



Letzter Stift kann überdies noch in Ausschnitten und Vertiefungen $\alpha\beta$ (Fig. 165) entsprechend schwingen und erhält schliesslich zur rechten Zeit eine Führung durch das Krummstück *h*.

Sechs Steuer- oder Abweisestifte *i*, welche gegen die Schwellen *a* wirken, verhindern endlich noch, dass die Bahnschienen zu nahe an den Radumfang kommen, sowie sie überhaupt ein Mittel mehr zur gehörigen Lagenbestimmung der Schwellen oder Schienen abgeben.

Ueber die nicht ungünstigen Leistungen dieser Boydell'schen Schleppbahn-Locomobilen sehe man u. A. meinen bereits oben citirten Aufsatz [1]), wozu ich noch Folgendes fügen kann: Im Krimkriege zogen Boydell's Maschinen Lasten von den Magazinen Balaklava's ab bis zu den Kampfplätzen über Wege und Strecken, die kein anderes Fuhrwerk mehr passiren konnte [2]). Ebenso ist es Thatsache, dass die Maschine in Australien (Sydney), in den Steppen Russlands, in Sandwüstenstrecken Aegyptens, in Ost- und West-Indien [3]) und gewiss an noch anderen Orten mit Erfolg arbeitet, ja, dass selbst bei der Hamburger internationalen Ausstellung (von 1863) die Maschine ihren Ruf als „Helferin in der Noth" (gegenüber allen sonst vorhandenen Strassen-Dampfwagen) treu bewährte, wie der Verfasser als Augenzeuge versichern kann und dies auch die Angaben anderer Techniker bestätigen [4]).

Dass Boydell's Traction-Engine dennoch niemals eine andere Anwendung finden wird, als für ganz besondere Ausnahmefälle, bedarf hier gewiss keiner Erörterung, ganz abgesehen davon, dass ihre Construction, mit den vielen beweglichen Theilen, der steten Befürchtung grosser Abnutzung und Zerbrechlichkeit Raum giebt.

Nach den Erfolgen, deren sich die locomobilen Dampfmaschinen in fast unglaublicher Weise, bis zur Zeit der Londoner internationalen Industrieausstellung von 1862 thatsächlich zu erfreuen hatten, war es nicht ganz unerklärlich, dass dort nicht

---

1) Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1859, S. 19 und 20.

2) Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers from 1856, p. 98.

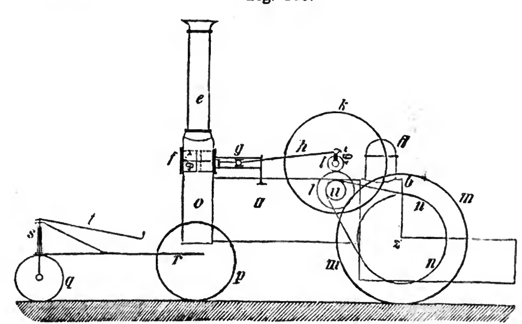
3) Charles Burrel's in London Illustr. Catalog bei Gelegenheit der Londoner Industrie-Ausstellung vom Jahre 1862.

4) E. Perels, Landwirthsch. Maschinen u. Geräthe (Bd. 2, S. 223, Note).

weniger als vierzehn Stück Strassenlocomotiven und zwar von allen Gattungen (Steam-Carriages und Traction-Engines) producirt wurden [1]).

Abgesehen von der mitausgestellten Boydell'schen Maschine (von Burrell eingesandt) [2]), ferner dem Modelle einer für die Newa (Russland) ausgeführten Eis-Locomotive (Dampfschlitten) [3]), hatte bis zu dieser Zeit beinahe nur die Strassenlocomotive von J. Aveling & Porter in Rochester (England) einigen Erfolg gehabt [4]). Fig. 168 zeigt eine Skizze dieser (1862) Maschine, die wir mit folgenden Notizen begleiten wollen.


Fig. 168.



Kessel a, Feuerbox b und Rauchkasten c, sowie Dampfmaschine f mit ihrer Transmission gh zur Kurbelwelle i bedürfen auch hier keiner besonderen Erklärung, wogegen hervorzuheben ist, dass z einen prismatischen Kasten bezeichnet, dessen oberer Theil zur Aufnahme von Brennmaterial dient, während der untere Theil einen Behälter für das Speisewasser bildet [5]).

---

1) Amtlicher Bericht über die Industrie- und Kunstausstellung zu London im Jahre 1862, Heft 17, Classe 5, S. 492 ff.

2) Nach Wissen des Verfassers führt Burrell in Thetford noch gegenwärtig die Boydell'sche Strassenlocomotive mit endloser Schienenbahn, in seinen Preislisten auf.

3) Sammann, im citirten amtlichen Bericht über die Londoner Ausstellung von 1862, Classe 5, S. 495.

4) Mittheilungen des Gewerbe-Vereins für das Königreich Hannover, Jahrgang 1861, S. 250.

5) Bei der Bd. 1, S. 247 (2. Auflage) erwähnten XXII. Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe in Schwerin prüfte der Verfasser mit dem Navier'schen Banddynamometer das dort ausgestellte Exemplar der Aveling- und Porter'schen Maschine und fand deren Nutzarbeit zu 16 Pferdekräften,

Die Bewegungsübertragung von der Krummzapfenwelle *i* auf die (64 Zoll englisch im Durchmesser haltenden) Laufräder *m* geschieht hier nicht, wie bei Boydell u. A., ausschliesslich durch verzahnte Räder, sondern unter Einschaltung eines sogenannten Kettenvorgeleges. Hierzu sitzt zuerst auf der Krummzapfenachse ein kleines Zahnrad *i* (12 Zähne), welches in ein grösseres Rad *l* (mit 36 Zähnen) greift. Auf der Achse des letzteren hat man ein sogenanntes Kettenrad *u* (mit 5 Zähnen) befestigt, welches mit Hülfe einer endlosen Kette ein zweites Kettenrad *nn* (mit 24 Zähnen) und damit die Triebräder *m* in Umdrehung setzen kann[1]).

Die Triebräder haben, um noch auf Boden von gewisser Weichheit laufen zu können, eine Felgenbreite von 12¼ Zoll, auch sind die Reifen am äusseren Umfange nicht glatt, sondern mit länglichen prismatischen Erhöhungen von 4 Zoll Breite versehen, womit sich die Räder mehr oder weniger in die Fahrbahn eindrücken und wodurch man das Gleiten dieser Räder zu verhindern bemüht ist. Beim Fahren über sehr weichen oder sandigen Boden werden an den äusseren Radumfängen noch mehrere über die ganze Felgenbreite wegreichende Platten mit hohen Rücken (die Kanten der letzteren parallel der Radachse) befestigt.

Mit dem Vorderwagen ist ein dreieckiges Rahmenstück (die Dreiecksspitze in *s*) verbunden, an dessen äusserem Ende eine schmale Laufscheibe *q* Platz findet, welche zur Steuerung der Maschine dient. Während der Führer bei *r* zwischen den Vorderrädern (Laufrädern) *p* Platz nimmt, erfasst er gleichzeitig den Steuerhebel *t* und dreht damit einen verticalen Bolzen *s*, dessen unterer Theil die Laufscheibe *q* gabelförmig umfasst.

Was die später mit Strassenlocomotiven gemachten Erfahrungen betrifft, so weiss der Verfasser, dass sie in England[2]) eine allgemeinère Verwendung nicht finden, dass man sie in Frankreich[3]) ebenfalls nur ausnahmsweise verwendet und in Deutschland — sowohl nach den Versuchen bei den landwirthschaftlichen Ausstellungen in Schwerin[4]), Hamburg[5]) und

---

wenn die Schwungradwelle *i* per Minute 176 Umläufe machte und der Dampfdruck per Quadratzoll (engl.) 60 Pfd. betrug. Der Dampfmaschinenkolben hatte 9 Zoll (engl.) Durchmesser, seine Schublänge war 12 Zoll.

1) Man findet leicht, wenn man die eingeschalteten Zahlenwerthe beachtet, dass auf je 76 Umdrehungen des Schwungrades *k* immer 5 Umläufe des grossen Triebrades *m* kommen. Da nun der Umfang des letzteren Rades 16¾ Fuss ist, so wird das ganze Fuhrwerk per Minute auf die Strecke von $5 \cdot 16\frac{3}{4} \cdot \frac{176}{76}$ Fuss fortgeschafft, vorausgesetzt, dass nicht das geringste Gleiten der Triebräder eintritt.

2) Mittheilungen des Gewerbe-Vereins für das Königreich Hannover, Jahrgang 1862, S. 367.

3) Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 3, p. 671.

4) Amtlicher Bericht über die zweiundzwanzigste Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe in Schwerin. vom 11. bis 18. September 1861, S. 310.

5) Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereins, Jahrgang 1863, S. 311, aus-

Cöln[1]), als den für die Dauer beabsichtigten Verwendungen bei Bromberg[2]) und in der baierischen Pfalz[3]) — genug gelernt hat, um fernerhin sanguinischen Erwartungen nicht mehr Raum zu geben[4]).

Indessen ist nicht zu läugnen, dass Strassenlocomotiven für ganz specielle Zwecke immerhin mit Nutzen verwandt werden können. Hierher gehören namentlich Artilleriewerkstätten, Schiffsbauplätze, sowie Transporte von Kriegsmaterial, Belagerungsgeschützen etc., ferner für land- und forstwirthschaftliche Bodenculturen u. s. w. Aus letzterem Grunde hält es auch der Verfasser für erforderlich, einige der neuesten Strassenlocomotiven hier aufzunehmen und speciell auf deren Construction einzugehen.

Von Strassenlocomotiven, die lediglich zum Fortschaffen von Lasten auf gewöhnlichen Strassen Verwendung finden, haben sich namentlich die neuesten Constructionen von Aveling und Porter beliebt gemacht. Eine solche Maschine, und zwar die, welche die gedachte Firma auf der „Royal Agricultural Show zu Wolverhampton" (1871) producirte, lässt in ihren Grundformen folgende Skizze, Fig. 169, erkennen[5]). Mit Bezug auf die vorhergehende ältere Construction (Fig. 168) lehrt hier schon der erste Anblick, dass zwei wesentliche Veränderungen vorgenommen wurden, nämlich dass man die Transmissionskette gänzlich entfernte und die Steuerung vom Standpunkte des Maschinenführers aus bewirkt. Von der Schwungradwelle W aus wird die Bewegung auf eine Parallelwelle Y mittelst eines Zahnradvorgeleges zZ übertragen und von letzterer Welle aus mittelst eines zweiten Zahnradvorgeleges nN auf die Triebräder R.

Hierbei ist noch eine Anordnung getroffen, welche das Wenden der Maschine erleichtern und bewirken soll, dass dieselbe im Bogen eben so viel zu ziehen vermag wie auf gerader Strasse. Beim Wenden nämlich muss das äussere Triebrad, wenn es die rollende Bewegung beibehalten soll, etwas rascher rotiren

---

führlicher noch in einem Bericht an das Königl. Hannov. Ministerium des Innern im zehnten Bande (1864) der Zeitschr. des Hannov. Archit.- u. Ing.-Vereins, S. 237.

1) Wottitz, am Schlusse des oben (S. 154) citirten Berichtes, S. 110.

2) Polytechnisches Centralblatt (Jahrgang 1863) S. 1604.

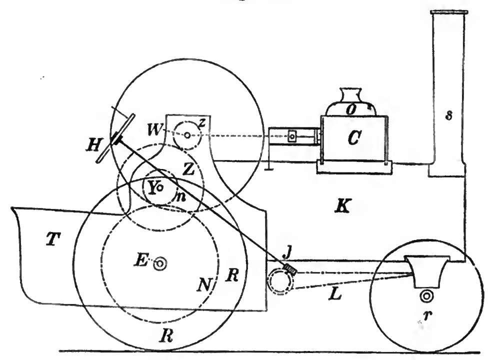
3) Ueber diese total verunglückte Strassen-Dampfwagen-Unternehmung, die in Wiek's deutscher Gewerbe-Zeitung Jahrgang 1863, S. 393 und 409 mit grosser Ueberhebung angepriesen wurde, handelt ein ausführlicher Artikel in den Mittheilungen des Hannov. Gewerbe-Vereins, Jahrgang 1865, S. 261.

4) Ganz übereinstimmend mit diesem Urtheile (was bereits völlig gleich in der ersten Auflage dieses Bandes ausgesprochen wurde) sind, in Bezug auf eine allgemeinere Verwendung der Strassenlocomotiven in der Landwirthschaft, die Urtheile des Prof. Perels in dessen Berichte über die landwirthschaftlichen Maschinen der Wiener Ausstellung von 1873. A. a. O. S. 450.

5) Engineering, Vol. XI., June 30. 1871, p. 452, 453.

als das innere. Um die hieraus erwachsenen Uebelstände zu vermeiden, haben Aveling und Porter nur eins der Triebräder auf der Achse *E* festgekeilt,

Fig. 169.



das andere aber nur lose auf dieselbe gesteckt, überdies aber ein aus Kegelrädern gebildetes Differenzialgetriebe [1]) eingeschaltet, dessen nähere (speciellere) Anordnung aus den unten citirten Quellen [2]) entnommen werden kann, woselbst auch geeignete Zeichnungen beigefügt sind.

Das frühere einfache Leitrad (*q* Fig. 168) ist hier ganz weggelassen und dadurch ersetzt, dass die ganze Vorderachse (mit ihren zwei Rädern *r*) um einen Reibnagel drehbar gemacht ist. Wie dann die Steuerung vom Handrade *H* (des Maschinenführers) aus durch das Schraubenvorgelege *J* und eine endlose Kette *L* bewirkt wird, bedarf keiner besonderen Erörterung.

Die Fig. 169 skizzirte Maschine wird in unserer englischen Quelle als eine 10pferdige bezeichnet, deren Dampfcylinder 10 Zoll Durchmesser hat, während der Kolben 12 Zoll Hub besitzt. Das doppelte Zahnradvorgelege (*zZ* und *nN*) vermindert die Umlaufsgeschwindigkeit der Schwungradwelle *W* derartig, dass sich die Triebwelle *E* siebzehn Mal langsamer als erstere Welle dreht.

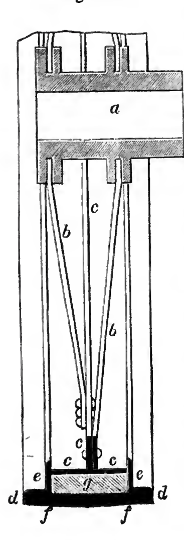
Eine noch andere Eigenthümlichkeit dieser Strassenlocomotiven sind ihre elastisch gemachten Reifen (elastic tyres) nach dem Patente des Bridges Adams. Das ganze Rad ist überhaupt folgendermassen construirt. In die gusseiserne Nabe *a*, Fig. 170, sind schmiedeeiserne Speichen *b* eingesetzt und diese mit ihren äusseren Enden an die verticale Rippe eines Ringes *c* (aus T Eisen) angenietet. Diesen T Eisenring umfasst ein Blechring *d* mit dem angenieteten Winkeleisen *e*, so dass eine relative seitliche Verschiebung beider Theile

1) Man sehe über Differenzialgetriebe auch Bd. 1 (2. Aufl.), S. 231, Note 1.

2) Engineering vom 30. Juni 1871, p. 452 etc. und Prof. Wüst im Cultur-Ingenieur, 2. Bd., S. 249 etc.

nicht, wohl aber eine **radiale** eintreten kann. Der Raum zwischen *c* und *d* ist mit Gummistücken (pieces of india-rubber) von 1½ Zoll Dicke ausgefüllt. Auf diese Weise ist erstens der **kostspielige** Gummi stets gegen Abnutzung vollständig geschützt und zweitens braucht der Gummikörper nicht als zusammenhängender Ring (Reif) hergestellt zu werden, wie dies namentlich bei der Strassenlocomotive von R. W. **Thomson** in Edinburg der Fall ist[1]).

Fig. 170.



Thomson war nach Wissen des Verfassers der Erste, dem es gelang, durch die Gummireifen eines der grössten Uebel zu beseitigen, welchen alle Strassenlocomotiven ausgesetzt sind, die gezwungen waren, auf holprigen unebenen Wegen, auf Steinpflaster etc. zu laufen. Die gewaltigen Erschütterungen und Stösse, denen hier zu begegnen ist, waren leider nur zu oft die Ursachen der Vernichtung wichtiger Bewegungstheile etc. und schliesslich der ganzen Maschine. Hierzu kommt noch, dass die mehr oder weniger glatten Triebradbandagen, selbst wenn man sie mit sogenannten Greifschuhen (Beineisen) ausstattete, auf Steinpflaster, nassem Boden etc., doch noch **zu wenig Adhäsion** besassen, um die zur Rentirung des Unternehmens erforderliche Minimallast schleppen zu können. So folgert Prof. **Wüst** aus den bei der erwähnten Wolverhampton-Ausstellung erhaltenen Versuchen (Cultur-Ing. Bd. 3, S. 291), dass Räder mit Gummireifen eine beinahe 1½ mal so grosse Bodenreibung erzeugen, als dies Eisenräder vermögen. Vor Abnutzung schützte **Thomson** seine Gummireifen durch umgelegte Ketten.

Im Sinne der Firma **Aveling & Porter** haben auch **Fowler** in Leeds und **Burell** zu Thetford die Räder ihrer jüngsten Strassenlocomotiven, unter Verwendung von Gummi zu den Radumfängen, elastisch gemacht[2]).

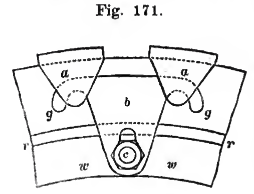
---

1) The Engineer, Vol. XXVI. (Sept. 4, 1868), p. 191 und in der bereits citirten Abhandlung des Prof. **Wüst** im 2. Bande des Cultur-Ingenieur (Englische Strassenlocomotiven der Gegenwart), S. 139. An einer anderen Stelle (Fortschritte im landwirthschaftl. Maschinenwesen. Erster Jahresbericht von 1875, S. 90) berichtet Prof. **Wüst** über **Thomson's** Reifen aus vulcanisirtem Gummi, dass sich diese Construction gerade an den schlechtesten Stellen am wenigsten bewährt habe, weil man auf den weichen Reifen keine Beineisen (Greifschuhe) anbringen könne, noch ganz abgesehen davon, dass dickere Reifen leicht los werden und dann ein nachtheiliges Gleiten der Gummireifen auf den eisernen Rädern eintritt, wie u. A. Dr. **Dünckelberg** bei einer **Thomson**'schen Maschine in Manchester zu beobachten Gelegenheit hatte (Cultur-Ing. Bd. II., S. 262 in der Note.

2) Engineering vom 8. Dec. 1871, p. 369.

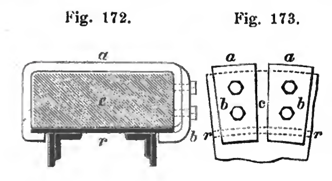
Fig. 171 zeigt die Fowler'sche Construction. Hier ist *g* der Radreifen aus vulcanisirtem Gummi, *aa* sind eiserne Schuhe, die, über den Gummireifen gestülpt, in Haken geschmiedeter Knaggen *b* fassen, und zwar so, dass immer zwei Schuhe *a* durch je zwei einander gegenüberliegende Stücke *b* verbunden sind. Die beiden Stücke *b* sind durch Schraubenbolzen *c* mit einander vereinigt, welche durch den Radkörper *w* hindurchgehen.

Fig. 171.



Burell's Anordnung ist Fig. 172 und 173 (Durchschnitt und Seitenansicht) dargestellt. Der Gummireifen *c* wird hier ebenfalls von schmiedeeisernen Schuhen *aa* umfasst, welche an einer Seite hakenförmig unter den Radboden *r* fassen, an der anderen Seite aber durch besondere Haken *b* festgehalten werden. Von beiden Anordnungen sagt der Berichterstatter unserer Quelle (Engineering) wörtlich: „we like these shoes much better than the chain armour ordinarily used by Mr. Thomson"[1]).

Fig. 172. Fig. 173.



Um wenigstens keine der neueren Constructionen von Strassenlocomotiven im Fache berühmter englischer Firmen unbeachtet zu lassen, folgen hier noch die jüngsten Erzeugnisse im fraglichen Gebiete von Fowler und Howard.

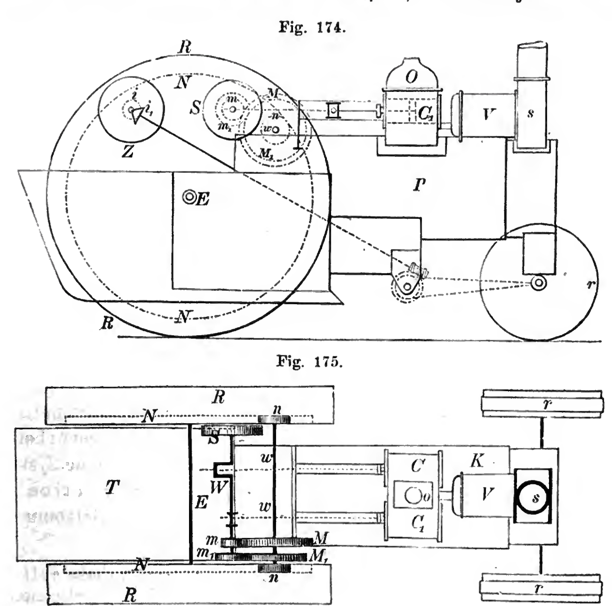
Eine Fowler-Strassenlocomotive (als gewöhnliche Last-Zugmaschine, nicht als Bewegungsmaschine für Dampfpflüge und andere Culturinstrumente) von 16 Pferdekräften, welche diese Firma (1874) auf der Bedford Show zuerst präsentirte, zeigen die beiden folgenden Fig. 174 und 175.

Man erkennt sofort, dass die Maschine zwei Dampfcylinder C und C_1 besitzt, sowie dass auch hier die Bewegung von der gekröpften Welle W (mit zweiwarzigen unter 90 Grad gestellten Krummzapfen) nicht durch Ketten (welche sich leicht recken und ihren Dienst versagen, viel Reibung mit sich führen etc.), sondern durch Zahnräder auf die grossen Triebräder R von 8 Fuss Durchmesser übertragen wird. Hierzu ist an jedes Triebrad R ein Kranz N mit innerer Verzahnung geschraubt, in welche die an der Vorgelegwelle w sitzenden Getriebe nn eingreifen. Auf der Welle w sind ferner noch die Zahn-

---

1) Man sehe hierüber auch die Noten auf S. 262, Bd. II. des Dünkelberg'schen Cultur-Ingenieurs. Grosses Lob wird der Thomson'schen Maschine von H. Demeuse in der Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure Bd. XX. (1876), S. 93 etc. ertheilt und schliesslich bemerkt, dass zwar der allgemeinen Verwendung der Strassenlocomotiven noch Schwierigkeiten im Wege stehen, ihrer grossen Verbreitung nach in Amerika, England und Belgien aber, auch in Deutschland schliesslich die Vorurtheile schwinden werden, welche gegen ihren Gebrauch noch existiren.

räder M und M_1 festgekeilt, deren Theilrisshalbmesser etwas verschieden sind. In diese Räder greifen die auf der Krummzapfenwelle W nicht verschiebbaren, jedoch sich lose drehenden Getriebe m und m_1 ein, von denen jedesmal nur



eins durch eine (in unserer Skizze weggelassene) Klauenkuppelung eingerückt werden kann. Je nachdem man nun m oder m_1 durch die Kuppelung auf der Welle W fest macht, wird die Bewegung durch das Räderpaar m und M oder durch das Paar m_1 und M_1 übertragen. Wegen der Verschiedenheit der Uebersetzungszahlen dieser Vorgelege erhält man für die Vorgelegwelle w und somit auch für die fortschreitende Bewegung der Maschine zwei verschiedene Geschwindigkeiten. Man kann demnach die Locomotive bei geringeren Widerständen rascher, bei grösseren Widerständen langsamer laufen lassen, sie überhaupt den Bedürfnissen besser anpassen.

Auch hier ist der bereits wiederholt erwähnte Differenzialmechanismus angebracht, um das Wenden und Bogenfahren so vortheilhaft wie möglich zu machen.

Durch die Buchstaben V ist ein Vorwärmer angedeutet, dessen Anordnung im Allgemeinen dem der Hannov. Maschinenbau-Actien-Gesellschaft gleich kommt, wovon sich Beschreibung und Abbildnng im II. Bande, S. 702 dieses Werkes vorfinden.

Zu erwähnen wäre vielleicht noch, dass beide Dampfcylinder im Dome O placirt sind, P einen gewöhnlichen Feuerungskessel umschliesst, mit T der Tender bezeichnet ist etc. Die Steuerung des Gestelles der beiden Vorderräder (Laufräder) rr unterscheidet sich von der Aveling & Porter's nur dadurch, dass oben nahe dem Handrade Z ein Kegelradvorgelege $i i_1$ eingeschaltet ist.

Wir wenden uns nun zur zweiten Gattung von Strassenlocomotiven, d. h. zu denen, wobei die fortschreitende Bewegung (als Lastzugmaschine) der secundäre Zweck, der primäre aber der ist, Windetrommeln in Umdrehung zu setzen, an welchen sich Seile auf- und abwickeln und woran man land- oder forstwirthschaftliche Culturgeräthe (Pflüge, Grubber, Schollenbrecher etc.) zur Bodenbearbeitung, oder Karren, Wagen etc. für irgend welche Transportzwecke befestigt und wovon sich im 2. und 4. Bande dieses Werkes hinlängliche Beispiele (zum speciellen Studium des Gegenstandes) vorfinden.

Jedoch wird es für die allgemeine Maschinenlehre genügen, nur zwei der bewährtesten Systeme solcher Strassenlocomotiven (von Fowler und Howard) zu besprechen, die sich in mancherlei Details, vor Allem aber darin unterscheiden, dass das eine System (Fowler) horizontal liegende Seilwindetrommeln mit verticaler Achse, das andere System (Howard) aber Seilwindetrommeln mit horizontaler Achse verwendet [1]).

Die neueste dem Verfasser bekannt gewordene Howard'sche selbstfahrende Dampfpflugmaschine oder landwirthschaftliche Strassenlocomotive ist Fig. 176 im Aufrisse und Fig. 177 im Grundrisse skizzirt [2]).

Auch hier ist nur ein Dampfcylinder C vorhanden, dessen Lage aus der Grundrissfigur 177 erhellt, wozu kaum bemerkt zu werden braucht, dass durch den Buchstaben g die sogenannten Gleitbahnen des Kolbenstangenkreuzkopfs markirt sind. W ist die zugehörige Krummzapfenwelle, an deren einem Ende das Schwungrad S sitzt, während am andern Ende ein Zahngetriebe m befestigt ist. Letzteres Getriebe greift in die Zähne eines grösseren Rades q,

---

1) Um die Herausgabe der 2. Aufl. gegenwärtigen 3. Bandes meines Werkes nicht zu verzögern, war es mir nicht möglich, schon hier eine geometrische Skizze der neuesten Fowler'schen „Landwirthschaftl. Strassen-Locomotiven" geben zu können. Die überall zu findenden perspectivischen Bilder (meist nach Photographien) genügten mir für meinen Zweck nicht. Man sehe deshalb den Nachtrag Nr. 4 am Ende dieses Bandes.

2) Die Skizze wurde nach der Patent Specification Nr. 1021 vom 19. März 1875 angefertigt.

welches auf einer zweiten Welle w befestigt ist. Auf dieselbe Welle w hat man ferner zwei Getriebe $z z_1$ lose aufgeschoben, die jedoch an der Umdrehung

Fig. 176.

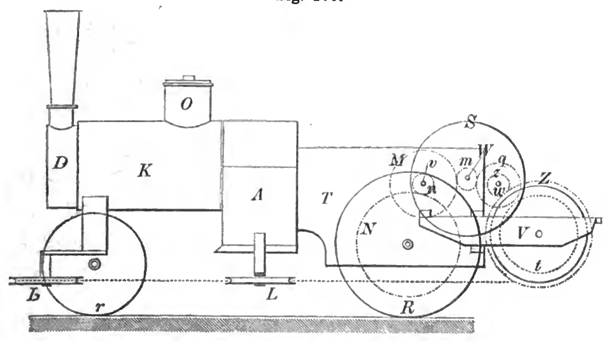
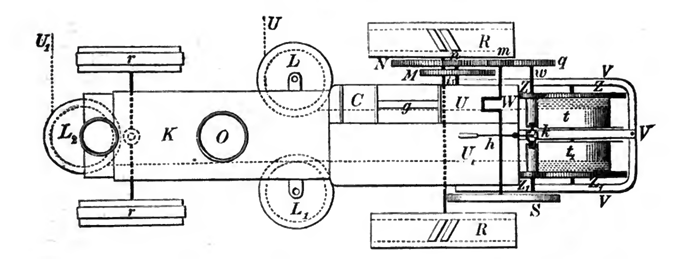


Fig. 177.



der Welle Theil nehmen können, sobald man das eine oder andere Getriebe mit einer Klauenkuppelung k in Verbindung bringt, wozu ein geeigneter Rückhebel h vorhanden ist. Die gedachten Triebe $z z_1$ greifen beziehungsweise mit den grossen Stirnrädern Z und Z_1 zusammen, wodurch dann bald die eine Seiltrommel t, bald die andere t' in Umdrehung gesetzt wird. Die betreffenden Seile sind in Fig. 177 correspondirend mit U und U_1 bezeichnet, die erforderlichen Leitrollen mit L, L_1 und L_2.

Die fortschreitende Bewegung der ganzen Maschine erzeugt man von der Kurbelwelle W aus in folgender Weise. Das Getriebe m wird mit z ausser Eingriff gebracht und in die Zähne eines Rades M gerückt. Auf der Welle v von M sitzt ferner ein kleines Getriebe n, welches in die Zähne des grossen Stirnrades N fasst, was auf der Welle der Laufräder RR festgekeilt ist.

Alle sonstigen Theile unserer Abbildung dürften ohne Erklärung ver-

ständlich sein. Beispielsweise die Feuerkiste A, der Kessel K, die Rauchkiste D, der Tender T, der Rahmen V, in welchem die Windetrommeln t und t_1 gelagert sind u. s. w.

Zusatz. Der Vollständigkeit wegen werde noch bemerkt, dass die §. 9 mit VI. und VII. bezeichneten Gleichungen beziehungsweise für den Zugwiderstand ($= Z$) und für die Arbeitsleistung ($= \mathfrak{A}$) auch zu praktischen Berechnungen bei Strassenlocomotiven verwandt werden können, sobald man das Gewicht G der Zugthiere = Null setzt, unter q das Eigengewicht der Zuglocomotive und unter Q das Gesammtgewicht der angehangenen Wagen, einschliesslich deren Nutzladung, verstanden wird. Es ergiebt sich dann:

$$\text{I.} \quad Z = (Q + q)(m + sin. \alpha);$$

$$\text{II.} \quad Q = \frac{Z - q(m + sin. \alpha)}{m + sin. \alpha} \text{ und}$$

$$\text{III.} \quad \mathfrak{A} = (Q + q)(m + sin. \alpha) v$$

als Arbeitsquantum für die Zeit, auf welche sich die Transport-Geschwindigkeit v bezieht [1]).

---

1) Es dürfte angemessen sein, hier einige Beispiele aufzuführen.

Beispiel 1. Bei einem Versuche mit einer Aveling'schen Strassen-Locomotive (Civil-Eng. vom 27. Februar 1863, S. 83) war $Q = q = 10$ Tons, also $Q + q = 20$ Tons, $sin. \alpha = 1/7$; der Beschaffenheit der Fahrstrasse entsprechend, liess sich $m = 1/30$ setzen, so dass sich die Grösse der erforderlichen Zugkraft $= Z$ berechnet zu:

$$Z = 20\,(1/30 + 1/7) = 3\tfrac{1}{2} \text{ Tons (in runder Zahl)} = 7840 \text{ Pfd.}$$

Da ferner die Geschwindigkeit 2 (engl.) Meilen pro Stunde betrug, so erhält man für die Geschwindigkeit pro Secunde $\frac{2 \,.\, 5280}{3600} = 2{,}93$ Fuss. Demnach ist die pro Secunde geleistete Arbeit:

$$\mathfrak{A} = 7840 \times 2{,}33 = 22971 \text{ Fusspfund,}$$

oder in Maschinenpferdekräften $= N$:

$$N = \frac{22971}{550} = 41{,}7,$$

letzterer Werth stimmt mit den Angaben unserer Quelle recht gut überein.

Beispiel 2. Ing. Moll berichtet (nach Schweiz. Polyt. Zeitschrift, Jahrgang 1858, S. 152) über eine Boydell'sche Maschine mit Schleppbahn Folgendes: Die Dampfmaschine war zweicylindrig, jeder Kolben hatte 7 Zoll Durchmesser und 12 Zoll Hub. Die Dampfspannung betrug während der Arbeit 50 bis 70 Pfd. Ueberdruck pro Quadratzoll. Das Gewicht der Maschine wurde zu 220 Ctnr. angegeben, beim Fortschaffen einer Last von 600 Ctnr. auf der Horizontalen wurden 300 Pfd. Kohlen pro preuss. Meile ($= 4{,}68$ engl. Meile) verbraucht, die Maschine wurde als eine 20-pferdige bezeichnet.

Aus diesen letzteren Angaben berechnet sich die Zugkraft Z für eine Strasse, deren Widerstandscoefficient wiederum $m = 1/30$ ist, nach I. zu:

$$Z = \frac{600 + 220}{30} = 27\tfrac{1}{3} \text{ Ctnr.}$$

Durch Einschalten eines Vorgeleges, welches die Fahrgeschwindigkeit auf die

Bezeichnet ferner L_1 das auf den Triebrädern der Strassenlocomotive ruhende Gewicht und f_a den sogenannten Adhäsions-Coefficienten zwischen den

---

Hälfte herabbringt, lässt sich diese Zugkraft verdoppeln, so dass man für P erhält: $54\frac{2}{3}$ Ctnr.

Demnach ergiebt sich aus II. für die fortzuschaffende Last:

$$Q = \frac{27\frac{1}{3} - q\,(m + sin.\,\alpha)}{m + sin.\,\alpha}$$

ohne Anwendung eines Vorgeleges;

$$Q = \frac{54\frac{2}{3} - q\,(m + sin.\,\alpha)}{m + sin.\,\alpha}$$

bei Verwendung des gedachten Vorgeleges.

Für eine Landstrasse, welche um $\frac{1}{20}$ ansteigt und für welche m wieder $=$ $\frac{1}{30}$ ist, findet man daher (unter sonst gleichen Umständen):

$$Q = \frac{82\,.\,200 - 220\,.\,50}{50} = 108 \text{ Ctnr.}$$

ohne Vorgelege, sowie

$$Q = \frac{164\,.\,200 - 220\,.\,50}{50} = 436 \text{ Ctnr.}$$

mit dem Vorgelege.

Für die Steigung, bei welcher die Maschine nicht mehr im Stande ist, eine Nutzlast fortzuschaffen, erhält man aus der Gleichung: $27\frac{1}{3} = 220\,(\frac{1}{30} + sin.\,\alpha)$, ohne Verwendung eines Vorgeleges, $sin.\,\alpha = \frac{1}{11}$.

Für die Horizontale ergiebt sich endlich als Zuglast:

$$Q = \frac{27\frac{1}{30} - \frac{220}{30}}{30} = 600 \text{ Ctnr.}$$

ohne Vorgelege und

$$Q = \frac{54\frac{2}{3} - \frac{220}{30}}{30} = 1420 \text{ Ctnr.}$$

bei Benutzung des Vorgeleges.

Beispiel 3. Nach Professor Wüst's Berichte über Versuche mit Strassenlocomotiven bei Gelegenheit der bereits oben erwähnten Wolverhamptoner Ausstellung im Jahre 1871 (Cultur-Ingenieur, Bd. 3, S. 290) hatte die Firma Ransomes, Sims & Head (aus Ipswich) eine Strassenlocomotive eingesandt, die so eingerichtet war, dass man statt glatter Gusseisen-Triebräder solche mit Gummireifen aufstecken konnte. Es fragt sich, zu welchen Grössen sich für beide genannte Fälle der sogenannte Adhäsionscoefficient $= f_a$ berechnet, wenn nachfolgende Werthe ermittelt oder angenommen würden?

Auflösung. Mit Kautschukreifen an den Triebrädern konnte die Locomotive auf einer Steigung $\frac{1}{18}$ eine grösste Last von $(Q + q) = 39000$ Kilo ziehen, während ein Gewicht $L_1 = 7650$ Kilo auf den Triebrädern ruhte. Der Zustand der Fahrstrasse war derartig, dass man den Coefficienten des Totalwiderstandes $m = \frac{1}{40}$ nehmen konnte.

Hiernach erhält man zunächst:

$Z = 39000\left(\frac{1}{40} + \frac{1}{18}\right) = 3140$ Kilo, sodann aber (für $c = 1$ in Gleichung IV)

Radumfängen und der Fahrbahn, und ist endlich c eine Zahl, welche ausdrückt, wie vielmal die Zugkraft Z grösser sein soll als der Zugwiderstand, damit ein Glitschen (Gleiten) der Triebräder auf ihrer Bahn nicht stattfindet, so erhält man noch die Gleichung:

$$\text{IV. } c \,.\, Z = f_a \; L_1 \text{ und}$$

$$\text{V. } f_a = \frac{(Q + q)\,(m + \sin.\,\alpha)}{L_1}.$$

§. 11.

Weg- oder Strassen-Walzen [1]).

Geschichte und Gegenwart.

Bereits im zweiten Bande und zwar in der Abtheilung „Landwirthschaftliche Maschinen", wurde hervorgehoben, dass die

---

$$f_a = \frac{3140}{7650} = 0{,}41.$$

Ohne Gummireifen, mit glatten Eisenkränzen der Triebräder konnte dieselbe Maschine nur eine Gesammtlast von 29 600 Kilo ziehen. Die Maschine war schwerer, hatte ein Gesammtgewicht von 11 600 Kilo, wovon 8700 Kilo auf die Triebräder kamen. Da die sonstigen Umstände dieselben waren, so ergiebt sich zuerst:

$$Z = 29\,600 \left(\frac{1}{40} + \frac{1}{18}\right) = 2390 \text{ Kilo, folglich:}$$

$$f_a = \frac{2390}{8700} = 0{,}27.$$

Tresca in Paris fand ohne Gummireifen bei anderen sorgfältigen Versuchen (die in der engl. Zeitschrift, Engineering vom 22. und 29. Mai 1869 und im Cultur-Ing. Bd. 2, S. 149 ausführlich besprochen werden) $f_a = 0{,}303$, was mit Vorstehendem sehr gut übereinstimmend.

Die Adhäsion der Gummireifen-Räder ist hiernch $\frac{41}{27}$ = über $1\frac{1}{2}$ Mal so gross wie bei Rädern mit eisernen Reifen.

1) Literatur über Strassen-Walzen: Morandière, Compression des empierrements neufs, en moyen d'un cylindre, Annales des ponts et chaussées 1837, 2. Semestre, p. 368. Nach Wissen des Verfassers die erste ausführliche Beschreibung in Anwendung befindlicher hohler gusseiserner Strassenwalzen, mit Angaben über Kosten- und Leistungsverhältnisse. — Coulain und Polonceau ebendaselbst, beziehungsweise p. 382 u. 384 über hölzerne Strassenwalzen, wobei die von Polonceau einen (unzweckmässigen) concaven Mantel haben. — Mundy, Ueber eine verbesserte Walze für den Strassenbau. Aus dem Civil Engineer and Architects Journal (Mai 1838) durch Dingler's polyt. Journ. Bd. 69 (1838), S. 12. Das Eigenthümliche dieser Walze besteht darin, dass sie aus sieben getrennten, aber gleich grossen gusseisernen Ringen besteht, die lose neben einander auf die selbe Welle gesteckt sind. — Schäffer (Preuss. Bauconducteur), Bemerkungen über die Erfordernisse einer guten Chausseewalze, mit einer Tafel Abbildungen. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleisses in Preussen, Jahr-

Walze für die Bodenbearbeitung zu Agriculturzwecken als ein höchst nützliches Werkzeug seit langer Zeit bekannt sei, hier

---

gang 1840, S. 105. Die erste deutsche Arbeit, welche zugleich die Bedingungen zur vortheilhaften Einrichtung einer eisernen Chausseewalze namhaft macht. — Schattemann, Ueber den Gebrauch der Chausseewalze, aus dem Technologist durch das polyt. Centralblatt 1843, S. 201 und weiter in Dingler's polyt. Journ. Bd. 88, S. 117. Der Verfasser dieses mit Abbildungen begleiteten Aufsatzes empfiehlt, Belastungskästen über der Walze anzubringen, sowie ausserdem Radfelgen (Laufräder) am Gestell (vorn und hinten) anzuordnen, um den an der Deichsel angespannten Zugthieren beim Bergauf- und Bergabfahren entsprechende Erleichterung zu verschaffen. — Bouillant, Neue Strassenwalze. Nach dem Bulletin d'encouragement (Jan. 1849) durch Dingler's polyt. Journ. Bd. 113 (1849) S. 5. Auch (als selbstständige Arbeit) in der Zeitschrift des Arch.- und Ing.-Vereins für das Königreich Hannover, Bd. 1 (1855), S. 339. Der eigenthümliche Walzkörper ist hier zwischen dem Gestelle eines vierrädrigen Wagens placirt, der beim Transport der Walze zur Arbeitsstelle das ganze Gewicht der Walze trägt, dann aber auch als Belastung der Walze dient, wenn sie in Thätigkeit gesetzt wird. Das hierbei erforderliche Heben und Senken der Walze erfolgt unter Mitwirkung von Kurbel, Getriebe und Zahnstangen. — Houyan, Verbesserte Chausseewalze. Nach dem Pract. Mech. Journ. (1849, July) durch das polyt. Centralbl., Jahrg. 1849, S. 1444 und (mit Abbildungen begleitet) in Lixaute's „Guide du Constructeur", Paris 1850, p. 34, Pl. 3. Eine complicirte Anordnung aus zwei schmiedeeisernen Ringen mit Klinkzeug bestehend, um beim Vorhandensein nur einer Deichsel beim Rückwärtsfahren das Umkehren von Gestell und Cylinder zu vermeiden. — Oberschlesische Chausseewalzen, Förster's Bauzeitung Jahrgang 1854, S. 10. Nach Wissen des Verfassers die erste mit Wasserfüllung. — Böhmches, Ueber Strassenwalzen, Förster's Bauzeitung 1857, S. 209, Pl. 125. Specielle mit einer ganzen Tafel Abbildungen begleitete Beschreibung preussischer und französischer Walzen, unter letzteren auch die von Bouillant und Houyan. — Hartwig, Ueber Chausseewalzen, Romberg's Bauzeitung, Jahrgang 1857, S. 24. Ein lesenswerther mit Abbildungen begleiteter Aufsatz. — Nell, Beschreibung einer Chausseewalze. Erbkam's Zeitschr. für Bauwesen, Jahrgang 1859 (Bd. 9), S. 131, durch eingedruckte Holzschnitte erläutert. Eine Walze mit Wasserfüllung. — Treuding, Ueber Chausseewalzen, Zeitschr. des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins Bd. 7 (1861), S. 85, Pl 191. Eine bemerkenswerthe Arbeit, welche zugleich die Geschichte der Chausseewalze bis zum Jahre 1859 recht übersichtlich behandelt und dabei gute Abbildungen liefert. — Söhlke, Ueber Strassenwalzen im Landdrosteibezirke Osnabrück. Zeitschr. des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins, Bd. 8 (1862), S. 340. Ueber gusseiserne, neuerdings im Königreich Hannover ausgeführte Strassenwalzen, wobei Mantel, Armscheiben und Achsmuffe ein einziges Gussstück bilden und die Walze zur Wasserfüllung eingerichtet ist. Beigefügt ist eine ganze Tafel (in $^1/_{32}$ wahrer Grösse) ausgeführter Zeichnungen. — Ueber Dampf-Chausseewalzen, Bulletin de la société d'encouragement etc., Nov. 1865, p. 696. Hier werden zwei in Frankreich zur Anwendung gelangte Chausseewalzen beschrieben und besprochen (auch durch Abbildungen erläutert), welche auch in Deutschland Nachahmung gefunden haben. Das eine System von Lemoine mit

werde als am passenden Orte hinzugefügt, dass sich die Walze ebenfalls für Strassen- (Weg-) Bauzwecke äusserst vortheilhaft herausgestellt hat und auch in diesem Gebiete, von rationellen Technikern, bereits als vollständig unentbehrlich bezeichnet wird [1]).

---

einer einzigen (grossen) Walze, das andere System von Ballaison mit zwei Walzen. Auf den betreffenden Gestellen hat man Betriebs-Dampfmaschinen nebst zugehörigem Kessel placirt. — Dr. Hamm, Agronomische Zeitung Nr. 21, (21. Mai) 1866, S. 329: Ueber Wegwalzen für Communications- und Wirthschaftswege; kleinere Walzen für Landgemeinden, grosse Grundbesitzer, aus der Eisengiesserei und Maschinenfabrik Gröditz. — Ueber die sehr empfehlenswerthe Dampf-Chausseewalze (Rouleau à vapeur compresseur pour cylindrage des Chaussées) von E. Gellerat & C. in Paris (12, Rue Ollivier) berichtet die englische Zeitschrift „The Engeneer" vom 6. December 1867, p. 476. (Mit Abbildungen begleitet.) Ferner Bericht über Gellerat's Dampf-Chausseewalzen wird erstattet von Dr. Müller in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen (Jahrgang 19), 1869, S. 117 (ebenfalls mit Abbildungen). Aveling u. Porter's Dampf-Chausseewalze wird besprochen und durch Abbildungen erläutert im Engineer vom 4. October 1867, p. 301, ferner im Engineering vom 29. October 1869, p. 283 und vom 8. December 1871, p. 393; endlich nochmals in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen 1873, S. 515.

Ueber die französischen von Pferden gezogenen Chaussee-Walzen (mit veränderlicher Belastung durch Füllung der Walze mit Wasser, Kies etc.) berichtet, unter Beigabe von zwei Tafeln Zeichnungen, Oppermann in seinem „Portefeuille économique des Machines." 19. Année (Mars, 1874) p. 34 etc.

Ein kurzer von mir selbst (nach eigenen Wahrnehmungen, während meines Aufenthaltes in London im Jahre 1875) verfasster Bericht über die Dampf-Chausseewalzen derselben Firma findet sich im Hannov. Wochenblatt f. Handel und Gewerbe vom Jahre 1875, S. 302. Sodann ausführlicher (mit Abbildung) im Engineering vom 13. August 1875, p. 134.

Einen ebenfalls kurzen aber guten Bericht, aus dem Jahre 1874 stammend, über die neuesten Dampf-Chausseewalzen von Aveling & Porter und deren Verwendung in der Stadt London, giebt M. Gariel, Ing. des ponts et chaussées, in den Annales des Ponts et Chaussees, Januarheft 1876, p. 1. (die hier befindlichen Abbildungen hat der Verfasser im Nachstehenden S. 191 unverändert wiedergegeben.)

1) Der Verfasser stimmt in vollem Umfange des Wortes dem bei, was Herr v. Kaven in seinen wiederholt citirten „Vorträgen über Wegbau" (Zweite Aufl. 1870), S. 314, hinsichtlich der Einführung des Walzens beim Neubau und bei der Reparatur von Strassen sagt. Zuerst wird hervorgehoben, dass man keine Kosten scheuen dürfe zur vollkommenen Dichtung und Befestignng einer neuen Steinschlagdecke oder der Reparatur der Strassen durch Anwendung der Walzen. Sodann wird Folgendes bemerkt: „Ein gehörig festgewalzter Steinbahnkörper enthält etwa 70 bis 80 Procent Steinmaterial, ein ungewalzter etwa 35 bis 45 Procent; daher die von löslichen Stoffen gefüllten Zwischenräume im ersteren 30 bis 20 Procent, im anderen dagegen 65 bis 55 Procent, also fast das Dreifache betragen. Deshalb ist der Widerstand vom Regen und Thauwetter durchweichter,

Zweck einer jeden Weg- oder Strassen-Walze ist Beförderung der Lagerung, die Verdichtung und Befestigung des künstlichen Wegkörpers, sowie Einebnung desselben (im Allgemeinen), unter der Voraussetzung, dass Steinschlag das Baumaterial bildet.

In neuester Zeit hat man jedoch auch die Walzung des Steinpflasters als zweckmässig befunden [1]).

Die erste Anregung zur Construction und Verwendung schwerer und zwar hohler gusseiserner Walzen für Wegbauzwecke gab bereits 1787 de Cessart, General-Inspector des französischen Wegbaues, in einer Ansprache an die Assemblée des ponts et chaussées [2]), wobei derselbe hervorhob, dass schon ein gusseiserner hohler Cylinder mit keilförmigen Querschnitten genügte, welcher 36 (franz.) Zoll Durchmesser, 8 Fuss Länge und 2 Zoll Wandstärke besitze, einschliesslich Gestell und Armaturen 7000 Pfd. wiege, circa 5500 Franken koste und von 6 Pferden gezogen werden könne.

Merkwürdiger Weise scheint man (nach Wissen des Verfassers) die Vortheile des Walzens der Wege und Steinschlag-Chausseen erst am Anfange der dreissiger Jahre erkannt zu haben, indem alle Nachrichten über die allgemeinere Verwendung der Walzen, sowohl in Frankreich, als England und Deutschland, erst aus dieser Zeit datiren.

Wie bereits aus den Literaturangaben voriger Seite erhellt, wählte man anfänglich (von de Cessart abweichend) zum Materiale der Walze, statt des Gusseisens, mehrfach auch Holz und Stein. Dabei waren die hölzernen in der Regel mit eisernen Schienen oder Reifen belegte sogenannte Blockwalzen, die steinernen vorzugsweise Granitwalzen [3]). Abgesehen davon, dass diese Holz- und Steinwalzen gar nicht oder nur umständlich das Anbringen von Beschwerungsmaterial ohne Belastung des Zapfens gestatteten, wurden sie leicht unrund, besassen keine ausreichende

---

ungewalzter Bahnen gegen Eindringen von Wagenrädern sehr gering." Nach ferneren Erörterungen — wobei auch der grossen Plage gedacht wird, welche dem Fuhrwerke durch Festfahren der Strasse erwächst — gelangt der Verfasser zu dem ganz richtigen Schlusse: „Dass ungewalzte Strassen den Namen „Kunststrassen" gar nicht verdienen."

1) Söhlke, Ueber Walzung der Steinpflaster. Zeitschrift des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins Bd. 5 (1859), S. 53.

2) Annales des ponts et chaussées 1844, 1. Semestre (2), p. 134.

3) In Hannover besonders die Findlinge der Lüneburger Haide.

Festigkeit, veranlassten häufige Reparaturen und kosteten nicht viel weniger wie hohle, eiserne Cylinderwalzen.

Fast alle Anordnungen, welche man getroffen hat, um den Transport der Walzen von und zur Arbeitsstelle durch besondere Räder zu erleichtern, das Umkehren beim Wechsel der Fahrrichtung durch Herumdrehen der Deichsel zu vereinfachen[1]), auf fallenden und ansteigenden Wegen den Deichsel-Pferden durch Radstelzen vor und hinter der Walze das Ziehen zu erleichtern u. s. w., haben sich entweder für nachtheilig, zu complicirt oder als überflüssig herausgestellt, weshalb auch auf diese Anordnungen hier nicht eingegangen werden soll, vielmehr hinsichtlich derselben auf die vorstehende (möglichst vollständige) Literatur verwiesen werden muss[2]).

Nach Ansicht des Verfassers sind allein die einfachen gusseisernen Walzen mit innerer und äusserer Belastung empfehlenswerth, wie man sie u. A. mit Erfolg beim Hannoverschen Wegbau verwendet[3]).

---

1) Hinsichtlich der bei Strassenwalzen in Anwendung gebrachten Anspannungsweise der Zugthiere kann man das Zwei- und das Ein-Deichsel-System unterscheiden. Beim ersten Systeme muss nach jeder zurückgelegten Walzentour ein Umspannen der Thiere stattfinden, während Walze nebst Gestell unbeweglich bleibt. Beim zweiten Systeme will man vornehmlich den durch das Umspannen erwachsenden Zeitverlust vermeiden, muss jedoch dafür die ganze Walze umdrehen.

Das erste System wird im Nachstehenden ausführlich erörtert. Das zweite System, durch die Constructionen des Franzosen Houyan und die deutschen (sächsischen) Ingenieure Lohmann und Ketzer vertreten, hat sich bis jetzt noch nicht bewährt. Man sehe deshalb einen Aufsatz von Hugo Fischer in Dresden, der sich abgedruckt vorfindet in dem jetzt vom Professor Hartig herausgegebenen Civil-Ingenieur, Jahrg. 1875, S. 317 etc. Die Fischer'sche Arbeit bespricht auch die Dampf-Chausseewalzen unter Beifügung werthvoller praktischer Notizen. Zu bedauern ist, dass der Verfasser nicht die jüngste (verbesserte) Construction der Gellerat'schen Dampf-Chausseewalze in Abbildungen lieferte, obwohl sich dieselben bereits in der englischen Zeitschrift „The Engineer" vom 6. Decbr. 1867 (in grossem Maassstabe) dargestellt finden.

2) Becker in seinem Werke: Der Strassen- und Eisenbahnbau, Stuttgart 1855, erwähnt S. 73, dass Chausseewalzen mit vor und hinter der Walze angebrachten Radstelzen, namentlich im Grossherzogthum Baden in Anwendung sind. Auf der beigegebenen Tafel 7 befindet sich (Fig. 12) die Abbildung einer solchen Walze.

3) Zeitschrift des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins Bd. 8 (1862), S. 340), Die Chausseewalzen überhaupt wurden in Hannover 1837 vom Wegbaurath Bokelberg eingeführt.

Eine noch neuere hannoversche, für veränderliche Belastung eingerichtete Chausseewalze, mit ganz eisernem Gestelle zeigen nachstehende Abbildungen Fig. 178 (Aufriss) und Fig. 179 (Grundriss) in $^1/_{36}$ wahrer Grösse.

Fig. 178.

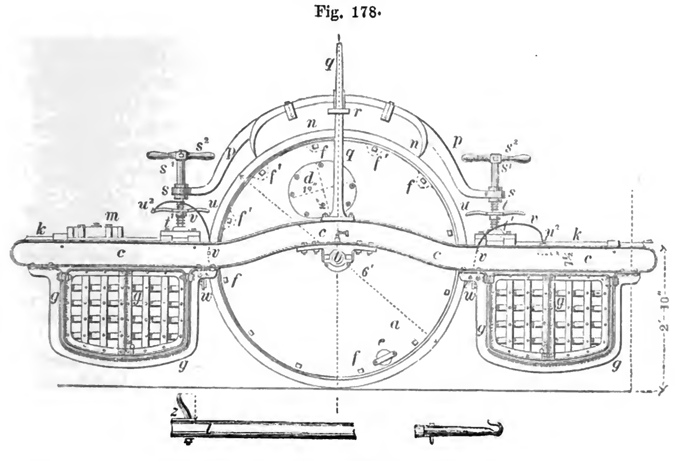
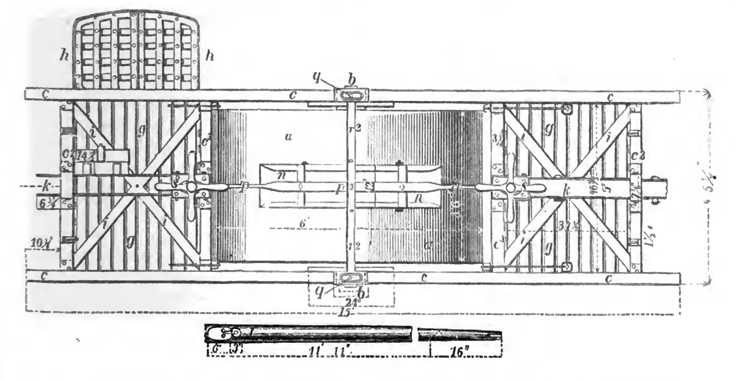


Fig. 179.



Die hohle gusseiserne Walze *aa* hat 6 Fuss Durchmesser und 3 Fuss 8 Zoll Breite, von welcher jedoch wegen Abrundung der Ecken nur 3 Fuss

6 Zoll als wirksam zu bezeichnen sind. Die Mantelwände haben überall die gleiche Stärke von 3 Zoll.

Die ebenen End- oder Bodenflächen der Walze sind eingesetzt und durch Schrauben *f* an Flantschen *f'* gehörig befestigt. Ein Mannloch *d* gestattet das erforderliche Einsteigen in die Walze, während eine Oeffnung *e*, nahe dem Mantel der Walze, zum Füllen und Leeren dient, wobei vorzugsweise Wasser als Belastungsgewicht verwandt wird.

Achse und Zapfen *b* der Walze sind von Schmiedeeisen und haben letztere $2^1/_2$ bis 3 Zoll Durchmesser. Die beiden ebenfalls schmiedeeisernen Rahmenstücke *cc* des Gestelles sind aus **I**-Eisen gebildet und durch eiserne Querriegel c^2 und c^3 unter einander gehörig verbunden.

Die Construction der schmiedeeisernen Belastungskasten *gg* erhellt ohne Weiteres aus den Abbildungen und dürfte deshalb kaum erforderlich sein, noch auf deren Bodenversteifungsschienen *ii*, sowie auf die beim Füllen zu öffnenden Klappen *hh* besonders aufmerksam zu machen.

Zur Vermeidung des Umkehrens beim Vor- und Rückwärtsbewegen der Walze lassen sich in Hülsen *kk* entweder gleichzeitig zwei Deichseln[1]) *l* zum Anspannen der Pferde anbringen, oder eine einzige vorhandene Deichsel lässt sich ohne Weiteres vorn oder hinten einlegen und befestigen. Zum Anbringen eines Schleppschwengels dient ein etwas gebogener Bolzen *z* (Fig. 178). An dem einen Gestellende befindet sich ein Kasten *m* zur Aufnahme etwa erforlichen Werkzeuges.

nn ist ein hölzerner Bremsbacken, welchem durch Bügel rr^2 und durch Ständer *q* eine entsprechende Führung ertheilt wird. Auf dem Rücken des Backens *n* ist eine schmiedeeisesne Schiene *pp* befestigt, deren äusserste Armenden so gestaltet sind, dass sie eine Schraubenmutter *s* aufnehmen können, wozu die Schraube *t* gehört. Die Spindel *s'* der letzteren ist im Fusslager *t'* so angeordnet, dass sie sich dort um ihre Verticalachse drehen, aber nicht fortschreiten kann. Beim Drehen an den Handgriffen s^2 geht demnach nur die Mutter *s* auf und ab, wodurch aber auch das beabsichtigte Bremsen oder Lösen hervorgebracht wird. Eine zweite, mit Handbügeln ausgestattete Mutter soll jedem zu weit gehenden Anspannen des Bremsbackens eine Grenze setzen.

Zum entsprechenden Reinigen der Mantelfläche der Walze sind Schaber *w* vorhanden. Zur Aufnahme der letzteren sind an den Seiten des Gestellrahmens zwei gleiche Hebel *vv'* angebracht, die sich um *v'* drehen und an den äussersten Enden mit geeigneten Gewichten u^2 belastet werden können, sobald die Schaber in Wirksamkeit treten sollen. Behauptet wird, dass sich zu dieser Walzenreinigung noch besser Ruthenbesen eignen, welche man über der Walze an rechter Stelle anbringt[2]).

---

1) Um Raum zu sparen, unter die Abbildungen gezeichnet. Das im Grundrisse (Fig. 179) eingeschriebene Maass von 11′ 11″ der Deichsellänge ist nicht bis zum hinteren Ende derselben, sondern nur bis zur äussersten Kante des Querriegels c^3 gerechnet.

2) Ueber (neuere) französische, von Pferden gezogene Chausseewalzen und zwar solcher mit äusserer und mit innerer Belastung finden sich beachtungswerthe (mit zwei Tafeln Abbildungen begleitete) Angaben in Oppermann's „Portefeuille économique des Machines“ März 1874, p. 34.

Sehr wichtige Fragen beim Construiren derartiger Walzen sind die nach Gewicht und Dimensionen derselben.

Zu grosses Gewicht kann sowohl das Zerdrücken des aufgeschütteten Steinschlagmaterials, als das Hineindrücken des Steinbahnkörpers in den nachgebenden Untergrund zur Folge haben, ferner kann es Veranlassung zum Verschwenden von Zugkraft werden, namentlich auf stark steigenden Bahnen, Gefahr beim Transporte über Brücken veranlassen, anderer Uebel, wie der Verminderung der Lenkbarkeit und der Erhöhung der Reparaturkosten an Gestell und Zubehör, noch gar nicht zu gedenken.

Diesen Gründen zufolge hat mindestens beim hannoverschen Wegbau [1]) die Erfahrung gelehrt, dass in der Regel dasjenige Totalgewicht auf Steinschlagbahnen allen Anforderungen am meisten entspricht, welches auf jeden Breitenfuss des Walzmantels im Minimum 20 bis 30 Ctnr., im Maximum 40 bis 50 Ctnr. beträgt [2]).

Was die Dimensionen der Walze anlangt, so wächst (nach S. 107) die Gefahr des Umwerfens mit dem Durchmesser derselben und nimmt mit ihrer Breite ab.

Dagegen haben Walzen von geringerem Durchmesser als 6 Fuss das Uebel, dass sie beim Arbeiten den lockeren Steinschlag vor sich her und in die Höhe schieben, und Walzen von zu grosser Breite wirken auf die gewöhnlich mehr oder weniger convexe, feste Bahnoberfläche nur mit einer Zone (von verhältnissmässig geringer Breite) in der Mitte der Walze. Je grös-

---

1) Der Verfasser verdankt die nachstehenden Angaben der Güte der Herren Wegbaurath Bokelberg und Reg.- und Baurath Voigts in Hannover.

2) Bei 6 Fuss Durchmesser, $3\frac{1}{2}$ Fuss Breite und 3 Zoll Wanddicke beträgt das Gewicht des Walzenmantels allein schon über 55 Ctnr., welches sich mit den beiden Böden, eisernem Gestell und allem Zubehör bei der Fig. 178 u. 179 abgebildeten Walze auf mehr als 100 Ctnr. erhöht, wobei die hohle Walze leer gedacht ist und auch die Belastungskasten ungefüllt vorausgesetzt sind.

Die oben S. 179 (in der Literatur) erwähnten Osnabrücker Chausseewalzen haben bei $3\frac{1}{2}$ Fuss Breite, $6\frac{1}{4}$ Fuss Durchmesser und 3 Zoll Mantelstärke folgendes Gewicht:

a) Gusseisen, Stabeisen und Holz	116 Ctnr.	$6\frac{1}{2}$	Pfd.
b) Wasserfüllung	40 „	—	„
c) Aeussere Steinbelastung	48 „	—	„
Summa	204 Ctnr.	$6\frac{1}{2}$	Pfd.

Pro Breitenfuss giebt dies also

$$\frac{204}{6\frac{1}{2}} = 32{,}6 \text{ Ctnr.}$$

ser der Durchmesser einer Walze ist, desto weniger Zugkraft erfordert, unter sonst gleichen Umständen, ihre Fortbewegung, wogegen wieder die bereits oben erörterte vortheilhafteste Zugrichtung der angespannten Pferde (deren mittlere Brusthöhe zu $3\frac{1}{2}$ Fuss angenommen werden kann) Durchmesser von 7 bis 8 Fuss unstatthaft macht.

Das bereits hervorgehobene Abrunden der äusseren Ecken des äusseren Mantels auf je einen Zoll Breite ist, zur Vermeidung des schädlichen Abspringens, unbedingtes Erforderniss.

Was endlich die Mantelstärke anlangt, so darf diese sowohl wegen des sicheren, tadellosen Gusses, als auch deshalb nicht zu gering sein, weil sich die Mantelfläche beim Gebrauche fortwährend vermindert [1]) und bei einer gewissen Minimaldicke die Walze leicht dem plötzlichen Zerbrechen ausgesetzt ist.

Aus allen diesen Umständen und Erfahrungen ist endlich das in Hannover angenommene Maass für die Walze hervorgegangen:

$6\frac{1}{2}$ Fuss = 1,90 Meter Durchmesser,
$3\frac{2}{3}$ „ = 1,07 „ Breite,
3 Zoll = 0,073 „ Manteldicke.

Die Anschaffungskosten einer solchen Walze betragen mit Eisengestell circa 2100 Mark [2]).

Die erforderliche Zugkraft beim Beginn der Arbeit ist die von 6 bis 8 starken Pferden, je nach der Beschaffenheit des Steinschlages und je nach den Terrainverhältnissen. Die wirksamste Transportgeschwindigkeit beträgt in der Regel $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuss in der Secunde.

Die Grösse der erforderlichen Zugkraft der gegenwärtigen Chausseewalze an sich, die oftmals sehr bedeutenden zufälligen (durch Terrain und Material gebotenen) Anstrengungen und die damit zusammenhängende verhältnissmässig rasche Abnutzuug der verwandten Pferde, ferner der Umstand, dass die Nutzarbeit pro Kopf, unter sonst gleichen Umständen, mit der Zahl der angespannten Zugthiere abnimmt, und endlich die Rücksicht einer vernünftigen Verwaltung, die verhältnissmässig hohen Kosten des

---

1) Bei den seither in Hannover benutzten Walzen betrug die jährliche Abnutzung der Manteldicke etwa eine Linie.

2) Die vorher besprochene Osnabrücker Walze, wobei Mantel, Bodenscheiben und Achsmuffe ein Gussstück bilden, das Gestell aber sowie die Belastungskästen aus Holz hergestellt sind, kostet in runder Summe 469 Thlr. (Zeitschr. des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins 1862, S. 342, mit Abbildung auf Blatt 244).

Gebrauchs gewöhnlicher Strassenwalzen durch die zweckmässigsten Mittel zu vermindern, erzeugten in neuerer Zeit auch den Gedanken, diese Walzen mit locomobilen Dampfmaschinen in geeignete Verbindung zu bringen.

Hierbei lehrten sorgfältige Erörterungen der Umstände jedoch bald, dass die vorher besprochenen Strassenlocomotiven sowohl in der Anschaffung, als in der Unterhaltung zu theuer sind und dass vor Allem ihr Gewicht dem Walzprocesse sehr wenig oder gar nicht zu Gute kommt, vielmehr solches fast als nutzloser Ballast betrachtet werden muss.

Man kam hiernach fast selbstverständlich auf die Idee, die Dampfzugmaschine (Traction-Engine) für gewöhnliche Strassen mit der Chausseewalze derartig zu verbinden, dass das Gewicht der Dampfmaschine und ihres Kessels als Nutzlast für den Walzprocess mit benutzt wurde.

Die ersten günstigen Erfolge mit derartigen Dampf-Chausseewalzen erreichte man in Paris [1]), wo noch ganz besondere Umstände die Verwendung derselben wünschenswerth machten [2]).

Seit 1861 wurden insbesondere Versuche mit zwei Maschinen angestellt, wovon die eine von Lemoine, die andere von Ballaison in Paris construirt war [3]). Lemoine's Maschine besteht aus einer einzigen Walze, die in einem eisernen Gestelle läuft,

---

1) Bulletin d'encouragement 1865, p. 696: „Sur le cylindrage à vapeur des chaussées empierrées."

2) In unserer soeben citirten Quelle heisst es u. A.: „Der grosse Verkehr auf den Hauptstrassen von Paris gestattet nicht, das Material zur Strassenbesserung nach und nach mit der erforderlichen Sorgfalt aufzutragen. Die Arbeiter setzen inmitten der Circulation der Pferde und Geschirre ihr Leben aufs Spiel und können nicht rasch genug die Steine in die auszufüllenden Gleise, ohne eine angemessene Vorbereitung, bringen. Sobald aber auch letzteres geschehen ist, werden sie immer wieder mehr oder weniger auf der Strasse herumgestreut. Hierdurch liegen aber eine Menge einzelner Steine herum, welche unter den Füssen der rasch laufenden Pferde gefährlich werden und gar nichts zur Unterhaltung beitragen."

3) Unsere Quelle enthält eine schöne Abbildung der Ballaison'schen Maschine. Aus dieser entlehnt auch im Polyt. Centralbl., Jahrgang 1866, S. 435. Später wurden auch Abbildungen einer von Dr. Müller verfassten Abhandlung beigegeben, welche sich in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen (Jahrgang XIX, 1869, S. 110 etc.) unter der Ueberschrift abgedruckt findet: „Ueber die Unterhaltung der Strassen in der Stadt Paris."

woran Kessel und Dampfmaschine placirt sind, während man an beiden Enden des Gestelles sehr kleine Cylinder zum Steuern der Maschine angebracht hat. Die Bewegungsübertragung von der Dampfmaschine auf die grosse Chausseewalze geschieht ausschliesslich durch Zahnräder, woran das grosse, an der Walze selbst befindliche, mit dieser fast gleichen Durchmesser hat. Letztere Constructionsanordnung führte naturgemäss allerlei Uebel mit sich, während das auf einer einzigen Walze ruhende Gewicht (240 Centner) zu viel Steinschlag zerbrach und untauglich machte.

Ballaison's Maschinen bestehen aus zwei gleich grossen Walzen, jede von 1,45 bis 1,50 Meter Durchmesser und von 1,45 bis 1,90 Meter Breite, deren Achsenentfernung von 3 bis zu 4 Meter verändert werden kann.

Ueber der vorderen Walze ist der horizontale Röhrenkessel nebst Schornstein (ähnlich der Locomobilen-Disposition Bd. 2, Fig. 505) placirt, während zwei oscillirende Dampfcylinder zwischen den beiden Walzen angebracht sind und die Bewegungsübertragung von der Dampfmaschinenkurbelwelle durch zwei Vorgelege, ein Zahnradpaar und ein Kettenvorgelege erfolgt.

Die Achse einer jeden Walze lässt sich so weit in horizontaler Ebene verdrehen, dass man das ganze Fahrzeug leicht steuern, um Ecken transportiren und Hindernissen der Bewegung entsprechend ausweichen kann.

Während man die Leistungen der Ballaison'schen Maschine, welche der Verfasser zuerst im Monat Februar 1865 auf der Rue Rivoli in Paris lange Zeit arbeiten sah, als ganz zufriedenstellend bezeichnet, kann derselbe als Augenzeuge zugleich versichern, dass ein Scheuwerden der Zugthiere der dieselbe Strasse passirenden Fuhrwerke oder der Reitpferde, sowie andere den Verkehr störende Uebel, nicht bemerkt wurden, wobei man freilich beachten muss, dass der an sich geräuschvolle Verkehr der Stadt Paris für Thiere und Menschen eine hier vortheilhaft auftretende Gewohnheit mit sich bringt.

Im Jahre 1867 (zur Zeit der Pariser Weltausstellung) war bereits das Ballaison'sche Patentrecht auf die Firma E. Gellerat & Comp. (Paris, Rue Ollivier Nr. 12) übergegangen, von welcher dem Verfasser ganz dieselben Angaben gemacht wurden, welche sich in der vorher citirten Abhandlung des Dr. Müller mitgetheilt finden.

Damals hatte man diese Dampfwalzen, für den Dienst in der

Stadt Paris und Umgegend, in drei verschiedenen Grössen in Anwendung gebracht, deren Verhältnisse folgende waren:

	Nr. I.	Nr. II.	Nr. III.
Mittleres Gewicht der Maschinen in arbeitsfähigem Zustande	Kil. 17800	Kil. 29100	Kil. 22700
Durchmesser der Walzen	$1^m,50$	$1^m,45$	$1^m,45$
Breite der Walzen (in der Achsenrichtung gemessen)	$1^m,45$	$1^m,90$	$1^m,50$
Gewicht pro laufenden Meter in Kilogrammen	6140	7660	7570
Mittlere Arbeitsgeschwindigkeit pro Stunde in Metern	1880	2270	3370
Arbeitsleistung in Kilometer-Tonnen pro Stunde	33,5	66,0	76,5

Bei den für Paris ausgeführten Gellerat'schen Dampfwalzen sollte die mehrjährige Praxis herausgestellt haben, dass zum Fertigwalzen von 1 Cubikmeter Schüttung eine Arbeitsleistung von 4 bis 5 Kilometer-Tonnen erforderlich sind. Die Stärke (Dicke) der Schüttung sollte dabei, innerhalb der Grenzen von 0,08 bis 0,25 Meter ohne Einfluss sein.

Hiernach wurde berechnet, dass man in 10 bis 12 Stunden Arbeitszeit folgende Quantitäten fertig zu walzen im Stande sei:

Mit der Maschinengattung Nr. I. von 65 bis 85 Cubikmeter
" " " " II. " 130 " 165 "
" " " " III. " 150 " 190 "

In der auch dem Verfasser mitgetheilten „Notice sur les machines à cylindres les chaussées empierrées de la société Gellerat & Comp." wird die Arbeitsleistung der Dampfmaschinen zu 20 Maschinenpferden angegeben, dabei aber auch bemerkt, dass diese bis zu 30, ja selbst bis zu 35 Maschinenpferden gesteigert werden könnten.

Der durchschnittliche Anschaffungspreis einer solchen Ballaison-Gellerat'schen Dampfchausseewalze wurde zu 35 000 Franken angegeben.

Damals (1867) erhielt die Compagnie Gellerat pro Kilometertonne geleistete Arbeit 45 Centimen bei Tagarbeit und 50 Centimen bei Nachtarbeit ausgezahlt.

Vor Festsetzung dieser Preise liess man die Dampfwalze mit der Pferdewalze concurriren. Zu diesem Zweck wurde die Avenue Montaigne in der ganzen Breite und möglichst gleichförmig frisch

aufgeschüttet und die eine Hälfte mittelst Pferden, die andere mittelst Dampf gewalzt. Die hierbei erlangten Resultate sind folgende:

	Pferde-Walze.	Dampf-Walze.
Gewalzte Fläche	1915,80 □m.	1915,80 □m.
Erforderliche Zeit	34 St. 30 Min.	18 St. 47 Min.
Wirkliche Arbeitszeit	24 „ 40 „	14 „ 57 „
Aufenthalt	9 „ 60 „	3 „ 50 „
Länge der Strecke	347m	309m
Zahl der Touren	265	104 + 191
Durchlaufene Strecke	91 955m	32 327m
Mittleres Walzengewicht	6318 Kil.	13 240 Kil.
Leistung in Kilometer-Tonnen	581	428

In demselben Jahre (1867) producirte die Société Gellerat & Comp. zugleich ihr neuestes Modell von Dampfstrassenwalzen von noch weit zweckmässigerer, compendiöserer Gestalt. Vor Allem liegt hierbei der Kessel zwischen den beiden Walzen und sind die Dampfmaschinen mit oscillirenden Cylindern durch zwei schräg liegende ersetzt etc. Der Verfasser kennt nur eine englische Quelle (The Engineer vom 6. Dec. 1867, p. 476), worin diese (neueste) Gellerat'sche Strassen-Dampfwalze besprochen und durch (grosse) Abbildungen erläutert wird. Die Ketten-Transmission von der Krummzapfenwelle und ihren Vorgelegen auf die Kettenscheiben an den Walzenumfängen ist beibehalten etc.

Angegeben wird ferner, dass jede der beiden gusseisernen Walzen 4 Fuss 9 Zoll engl. Durchmesser hat, bei einer Breite von 4 Fuss 11 Zoll. Jeder der beiden Dampfcylinder besitzt 7⅛ Zoll Durchmesser und der Kolben hat 14 Zoll Hub. Der Feuerröhrenkessel hat 290 Quadratfuss Heizfläche und das Totalgewicht der ganzen Maschine beträgt 22 Tonnen 5 Centner.

Am meisten Beifall findet zur Zeit das Dampfwalzensystem der vorher wiederholt genannten englischen Firma Aveling & Porter in Rochester. Dasselbe wurde auch auf der Wiener Weltausstellung von 1873 producirt[1]) und nachher mit Bezug

1) Amtlicher Bericht über die Wiener Weltausstellung im Jahre 1873, 2. Bd., Gruppe XVIII, Section III, S. 360.

auf seine Leistungen in England, Indien und den Vereinigten Staaten den Betheiligten in Erinnerung gebracht [1]. Wir entlehnen die folgenden Abbildungen dem Berichte des Herrn **Gariel** (Ing. des ponts et chaussées), der sich unter der Ueberschrift „Nouveau rouleau compresseur pour cylindrage des chaussées" im Januarhefte von 1876 der Annales des Ponts et Chaussées (5. Série, Tome XI, Pl. 1 etc.) abgedruckt vorfindet.

In den Abbildungen Fig. 180 bis 183 sind überall gleiche Theile mit denselben Buchstaben bezeichnet. Dabei ist *A* der betreffende Dampfkessel, *D* der Ort der eincylindrigen Dampfmaschine, *V* das zugehörige Schwungrad etc.

Fig. 180.

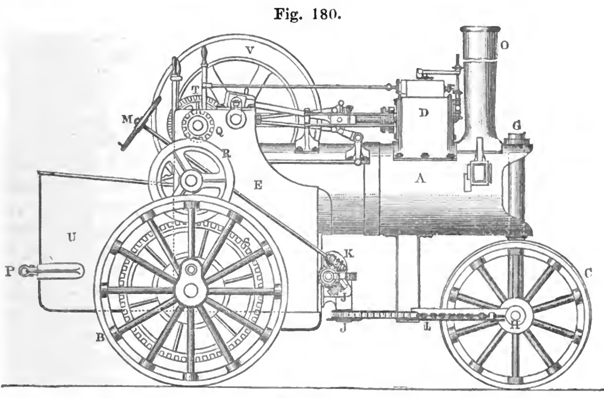
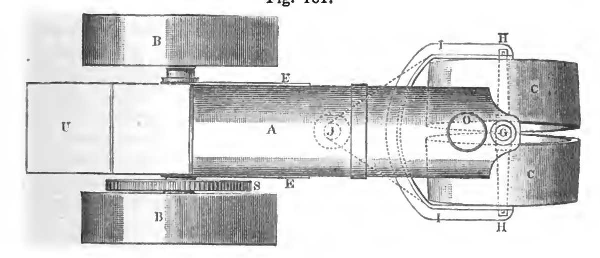


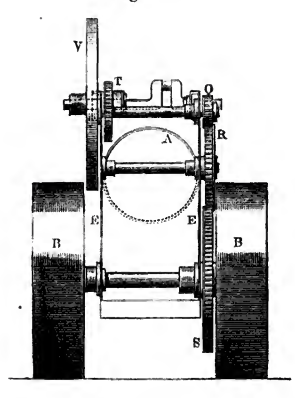
Fig. 181.



1) **Fischer** (in Dresden) a. a. O. S. 323, dann Hannoversches Wochenblatt für Handel und Gewerbe, Jahrgang 1875, S. 302, ferner im Engineering, Aug. 1875, p. 131 und 134.

Der ganze Bau von 8 Tonnen Gewicht ruht auf 4 Rädern *BB* und *CC*. Von den beiden cylindrischen Hinterrädern (jedes 0m,329 breit) ist das eine Triebrad. Die Vorder-, Directions- oder Leiträder (jedes 0m,431 breit)[1] sind etwas conisch gestaltet. Die Bewegungsübertragung von der Welle des Schwungrades *V* aus, erfolgt ausschliesslich durch Zahnräder *T*, *Q*, *R* und *S*. Zur Stützung zugehöriger Theile dienen starke Blechwände *EE*.

Fig. 182.



Die beiden conischen Leiträder *CC* stecken so auf einer nach beiden Seiten abfallenden Achse *HH* (Fig. 183), dass die beiden die Wegfläche berührenden Kegelseiten immer genau eine Gerade bilden. Die inneren Kanten dieser beiden Räder berühren sich demgemäss im tiefsten Punkte, so dass sie also eine Fläche ohne offenen Mittelstreifen walzen. Den durch das Auseinanderklaffen dieser beiden Räder nach oben hin entstehenden freien Raum hat man zum Durchstecken eines Drehzapfens *FG* benutzt, der mit seinem unteren Ende in der Mitte *F* der Vorderachse *HH*, mit seinem oberen Ende aber in zwei am Kesselkopfe angebrachten Consolen ruht. Die Lagerung in diesen letzteren ist ausserdem noch so angeordnet, dass nicht nur eine Drehung um die Verticalachse eintreten, sondern auch ein geringer seitlicher Ausschlag stattfinden kann, damit die Räder *CC* sich den Unregelmässigkeiten der Fahrbahn anschmiegen können. Wie aus der Grundrissfigur 181 erhellt, ruhen die Enden der Vorderachse *HH* in einer Art Gabel, deren Stiel *I* um eine Achse *J* drehbar ist. Um eine solche Drehung bewirken zu können, hat man eine geeignete Transmission mittelst einer Kette und einer Combination von Zahnrädern und endloser Schraube *K* angeordnet, die von einem Handrade *M* aus (an der Führerstelle) in Thätigkeit gesetzt werden kann. Hat man hierdurch die Vorderachse (*HH*) in die genau parallele Stellung zur Hinterachse (*BB*) gebracht, so erfolgt der Fortlauf der Maschine in gerader Linie. Soll dagegen von letzterer Linie abgewichen werden, so genügt es, die passende Verdrehung der Vorderräder um die Verticalachse *FG* vorzunehmen.

Fig. 183.

---

1) Die Breite der gleichzeitig durch die Vorder- und Hinterräder vereint zu bearbeitende Strassenfläche wird in unserer (französischen) Quelle zu 1,42 Meter angegeben

Das Gesammtgewicht dieser Dampf-Chausseewalze giebt unsere Quelle [1]) zu 8 Tonnen und die Grösse der Dampfmaschine zu 5 Pferdekräften an. Schliesslich ist U ein Tender und P ein Kuppelhaken für nöthigenfalls anzuhängende Karren.

Ueber Leistungen der Chaussee-Dampfwalzen berichtete neuerdings u. A. auch Hugo Fischer in Dresden nach englischen Angaben in seinem vorher citirten Aufsatze [2]), worauf wir Betheiligte verweisen müssen.

Ueber (die ersten!) in Preussen mit Chaussee-Dampfwalzen angestellten (amtlichen) Versuche enthält Erbkam's „Zeitschrift für Bauwesen," Jahrgang XXIII. (1873), S. 515 interessante und beachtenswerthe Mittheilungen, denen wir Folgendes entnehmen:

Die Leistungen der Dampfwalze verhalten sich zu denen der Pferdewalze wie 1638 : 1000 und die Kosten der Walzung wie 742 : 1000. Hieran wird folgender Schluss geknüpft:

„Stellen sich schon nach diesen (ersten) Versuchen die Leistungen der Dampfwalze zu circa $\frac{5}{3}$, wenn die der Pferdewalze $= 1$ gesetzt wird, während die Kosten der Walzenarbeit bei ersteren noch nicht $^3/_4$ der letzteren betragen, so wird sich dies Alles noch vortheilhafter gestalten, wenn das Maschinen- uud Baupersonal im Gebrauche der Dampfwalze noch mehr Uebung erlangt haben wird und die Steinkohlenpreise noch geringer werden; noch gar nicht zu gedenken, dass beim Gebrauche der Dampfwalze die Decklagen fester werden, eine glattere Oberfläche erhalten, als dies bei den (viel weniger wiegenden) Pferdewalzen möglich ist, endlich die Chaussirungsarbeiten viel rascher von Statten gehen und somit der Verkehr kürzere Zeit behindert wird."

Ungeachtet dieses officiellen Lobes ist, nach Wissen des Verfassers, im Jahre 1877 noch immer nicht von einer Einführung der Dampf-Chausseewalzen (selbst bei anhaltenden Arbeiten auf nicht sehr ausgedehntem Terrain) beim preussischen Chausseebaue die Rede!

Ohne alle Gründe letzterer Thatsache hier erörtern zu können, schliesst der Verfasser mit der Bemerkung, dass zu den bedeutendsten Einwürfen, welche ihm gegen den Gebrauch der Dampf-Chausseewalze gemacht wurden, die gehören, dass man das Gewicht der Walzen nicht veränderlich (dem Terrain und Chaussee-Materiale entsprechend) machen könne und bei vier Walzen (wie bei der neuesten Construction von Aveling & Porter) nicht gleiche Pressungen pro Flächeneinheit zu erzeugen im Stande wäre. — Zum grössten Theile wohl deutsche Philosophie, gegenüber dem praktischen Handeln anderer Nationen, wie namentlich der Engländer und Nordamerikaner und nicht minder der Franzosen!

---

1) Annales des Ponts et Chaussées 1876 (Janvier).

2) Der Civilingenieur 1875, S. 323.

§. 12.

Strassen-Kehrmaschinen[1]).

Geschichte und Gegenwart.

Nach Wissen des Verfassers datirt ein ernstliches Bestreben, brauchbare Maschinen zum Kehren (Reinigen) öffentlicher Strassen, namentlich der in grossen Städten herzustellen, vom Ende der

---

1) Whitworth, On the advantages and economing of maintaining a high degree of cleanliness in streets and roads with an account of the construction and operation of the Street Sweeping Machine. Institution of Civil-Engineers, Vol. 6, p. 431, London 1847. Eine vortrefflich abgefasste Abhandlung, die mit Holzschnittabbildungen begleitet ist und constructiv vornehmlich die Strassenkehrmaschine des Verfassers zum Gegenstande hat. — Darcy, Rapport sur le pavage et le macadamisage des chaussées de Londres et de Paris. Annales des ponts et chaussées 1850 (Tome 20), 2. Série (3.), p. 172. Theilweise eine Uebersetzung der Whitworth'schen Abhandlung. — Herpin, Rapport sur la Balayeuse Mécanique de M. Colombe. Bulletin de la société d'encouragement etc., Sept. 1856, p. 583, Pl. 83. Ein Artikel, der besonders schöner beigegebener Zeichnungen wegen beachtenswerth ist. — Kick, Die Strassenkehrmaschine des Constructeurs Koffler. Wochenschrift des Niederösterr. Gewerbe-Vereins, Jahrgang 1865, erstes Halbjahr, S. 11. Ein mit Sachkenntniss geschriebener Aufsatz, der speciell die Koffler'sche Maschine behandelt, welche der Hauptsache nach eine verbesserte Whitworth'sche Maschine ist. — Rühlmann, Ueber Tailfer's Strassenkehrmaschine. Mittheilungen des Gewerbe-Vereins für das Königreich Hannover, Jahrgang 1865, S. 267. Ein selbstständig geschriebener Aufsatz über eine seiner Zeit in Frankreich sehr gepriesene Maschine, wozu die beigegebene Abbildung dem Bulletin de la société d'encouragement [63. Année (1864), Pl. 296] entlehnt ist. — Ausführliche Literatur der älteren Strassenkehrmaschinen findet sich in Schubarth's Repertorium der technischen Literatur vom Jahre 1823 bis einschliesslich 1853, S. 862 und in Kerl's Fortsetzung Bd. 2 (1873), S. 445, sowie Neue Folge Bd. 3 (1875), S. 152, Abschnitt: „Strassenreinigung." Ferner in einer Abhandlung des Dr. E. Müller über in London und Paris im Gebrauch befindliche Strassenkehrmaschinen. Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang XIX. (1869), S. 306 und 307. Die aller vollständigste und zugleich bis zum Jahre 1874 reichende Arbeit über (englische und französische) Strassenkehrmaschinen hat neuerdings der französische Civil-Ingenieur Lockert geliefert. Dieselbe findet sich (mit sehr vielen Abbildungen begleitet) abgedruckt in Oppermann's Portefeuille Économique des Machines 18. Année (Nov. und Dec. 1873), p. 124 bis 134 und 19. Année (Jan. 1874), p. 6 unter der Ueberschrift: „Étude Générale sur le Balayage Mécanique." Hier werden auch die neuesten Pariser Strassenkehrmaschinen von Teste, Smith und Blot besprochen. Die (allerneueste derselben) von Blot wird nachher ausführlich erörtert und durch Abbildungen erläutert. Auch abgedruckt in Uhland's prakt. Maschinen-Constr. 1875, S. 132.

zwanziger Jahre her, wo man in England die ersten derartigen Maschinen einzuführen bemüht war [1]).

Leider haben alle diese Bestrebungen bis zur Gegenwart noch nicht den Erfolg gehabt, dass man eine bestimmte Gattung und Construction von Strassenkehrmaschinen zur allgemeinen Verwendung empfehlen könnte, was zugleich der Grund ist, weshalb dieser Maschinengattung hier eigentlich nur ganz beiläufig (und ohne Abbildungen beizufügen) gedacht wird.

Im Allgemeinen lassen sich alle bemerkenswerthen zur Zeit bekannt gewordenen Constructionen von Strassenkehrmaschinen in drei Classen gruppiren. Zur ersten Classe kann man diejenigen zählen, welche mehr oder weniger das Kehren mit Handbesen oder Krücken nachahmen, d. h. wo das arbeitende Werkzeug eine beinahe geradlinige oder schwingende, fortschreitende, wiederkehrende Bewegung macht [2]).

Classe zwei kann die Maschinen umfassen, wobei das Bürsten- oder Besen-System ausschliesslich bei rotirender Bewegung arbeitet (Rollbürste, Cylinderbürste) [3]).

Classe drei endlich begreift diejenigen Maschinen, wo der Besen wie eine endlose Kette, in eine geradlinig fortschreitende und gleichzeitig drehende Bewegung beim Arbeiten versetzt wird [4]).

Die Maschinen der ersten Classe haben sich am allerwenigsten brauchbar gezeigt und ist deren Construction in neuester Zeit ganz verlassen worden. Die zweite Classe zählt die meiste Anzahl versuchter Maschinen und zu ihr gehört auch die vorher erwähnte Colomb'sche und hauptsächlich die Tailfer'sche Maschine, letztere insbesondere mit (gegen die Bewegungsrichtung) schräg liegender Cylinder-Bürste [5]), welche den Schmutz in ge-

---

1) Dingler's polyt. Journ. Bd. 26 (1827), S. 119.

2) Dingler's polyt. Journ. Bd. 62 (1836), S. 484. — Bulletin de la société d'encouragement 1843, p. 211.

3) Dingler's polyt. Journ. Bd. 26 (1827), S. 119 und Bd. 33 (1829), S. 74; Bd. 53 (1834), S. 463, ferner Bulletin de la société d'encouragement etc. 63 Année (1864) p. 296.

4) Dingler's polyt. Journ. Bd. 82 (1841), S. 177 u. Bd. 89 (1843), S. 91.

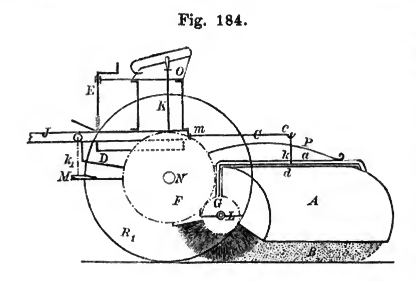
5) Ein von mir geschriebener (mit Abbildungen und Literaturangaben begleiteter) Aufsatz über Tailfer's Strassenkehrmaschine, findet sich in den Mittheilungen des Hannoverschen Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1865, S. 267. — Die Borsten der Bürste hat man bei Tailfer's Maschine durch Piassava, d. h. durch einen Faserstoff ersetzt, den man von der Piazaba-Palme (Atalea funifera) Guiana's

radlinigen Häufelstreifen zusammenkehrt. Diese Maschinen laden den Schmutz nicht gleichzeitig, sondern fordern hierzu besondere Transportwagen.

Die Maschinen der dritten Classe [1]) werden in der Neuzeit, besonders durch die Constructionen von Whitworth und Koffler repräsentirt. Bei beiden Maschinen bildet das Besensystem gleichsam ein schrägliegendes Paternosterwerk, dessen endlose Kette über rotirende Scheiben geschlagen ist und wobei der abgekehrte Schmutz auf einer festen schiefen Fläche aufwärts geschoben und einem Sammelkasten überwiesen wird. Koffler's Maschine unterscheidet sich von der Whitworth's besonders durch eine zweckmässige Anordnung zur Auswechslung der Schmutz-Sammel- (Mist-) Kästen, durch das Vorhandensein eines Wasserkastens sammt Brause, wodurch ein schwaches Befeuchten der Strasse möglich wird, durch leichte Auswechslung der Besen und durch mehrfache vortheilhafte Detailconstructionen.

In der vorher (wiederholt) angegebenen Quelle (Oppermann, Portefeuille des Machines 1874, p. 6) wird vor Allem die bereits genannte Strassenkehrmaschine von Leon Blot in Paris belobt und ausdrücklich hervorgehoben, dass die Stadt Paris 1874 deren nicht weniger als 120 in Anwendung habe [2]). Der Verfasser hielt es daher für Pflicht, von der Blot'schen Maschine hier noch die folgenden Skizzen Fig. 184 und 185 zu liefern, worin selbstverständlich gleiche Theile überall mit denselben Buchstaben bezeichnet wurden.

Fig. 184.



Die Roll-Bürstenwalze (von einem Mantel A umgeben) mit B bezeichnet, ist (wie bei Tailfer, Teste etc.) schräg gegen die Achse N der Räder $R\,R_1$ gestellt und hinter den letzteren angebracht. Von den gedachten Rädern trägt das R_1 die Bewegung auf die Bürstenwalze und zwar unter Einschaltung des Kegelradpaares FG (Fig.

---

gewinnt und der auch in Deutschland bereits mehrfach als Stellvertreter für Borsten und Ruthen zu Kehrbesen verwandt wird.

1) Auch in der bereits citirten Abhandlung des Dr. Müller in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. XIX. (1869), S. 307 besprochen.

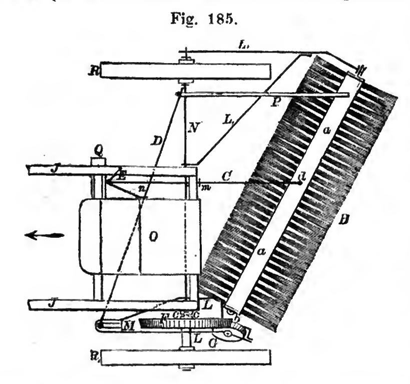
2) Im Jahre 1874 besass die Pariser Stadtverwaltung überhaupt 160 Strassenkehrmaschinen, nämlich 7 nach der Construction von Teste, 33 der von Smith und 120 von Blot's Construction.

185) und eines Universalgelenkes *b* über. Die Verwendung des letzteren ist eine ausschliessliche Idee von Blot, wodurch Vortheile sowohl für den Bau als den Betrieb der Maschine erzielt wurden.

Dies das Allgemeinste der Anordnung und nun noch besondere Details.

a a ist ein Rahmen, in dessen gabelförmigen Enden die Zapfen der Bürstenwelle gelagert sind. Dieser Rahmen (und folglich die ganze Bürstenwalze) ist bei *d* (in der Verticale durch den Schwerpunkt) mit Hülfe einer biegsamen Kette *k* an einem starken Hebel *C*, der bei *m* seinen Drehpunkt hat, aufgehangen, an dessen anderem Ende eine Mutter befindlich ist, die zu einer Schraube gehört. Diese Schraube befindet sich an einer verticalen Spindel *E*, durch deren Umdrehung, vom Kutschersitze *O* aus, die Bürstenwalze gehoben und gesenkt werden kann. Zur Erleichterung letztgenannter Arbeit hat man ein geeignetes Gegengewicht angebracht. *L* und L_1 sind überdies Arme, wovon der erstere zur Aufnahme des Kegelradgetriebes *G*, L_1 aber zum Tragen des einen der Bürstenwalzenzapfen dient. *P* ist eine Blattfeder, welche mit einem Ende mit der Radachse *N* fest verbunden und mit dem anderen Ende bestrebt ist, das Ende rechts der Bürstenwalze nieder zu halten. Weiter ist *D* ein einarmiger Hebel, dessen Drehpunkt in der festen (nicht drehbaren) Radachse *N* liegt, bei *n* durch eine mit dem Hebel *C* verbundene Gabel gefasst wird und an seinem freien Ende durch eine Kette k_1 (Fig. 184) mit der (zweiten) Blattfeder (Zangenfeder) *M* verbunden ist, welche letztere man am Ende der nach vorn verlängerten Arme *L L* angebracht hat. Durch diesen Hebel (*D*) wird das Kegelradgetriebe *G* gezwungen, beim Heben und Senken der Bürstenwalze *B* an der Bewegung der letzteren Theil zu nehmen. Schliesslich dürfte noch auf die Gabeldeichsel *J J* aufmerksam zu machen sein, durch deren Höher- oder Tieferlegen beim Anspannen der Pferde die Abnutzung der Walze etwas corrigirt werden kann.

Fig. 185.



Das Totalgewicht der ganzen Maschine beträgt 750 Kilogramm. Wenn das in die Gabeldeichsel gespannte Pferd mit der Geschwindigkeit von 5 Kilometer pro Stunde (circa 1,4m pro Secunde) den Fortlauf der Maschine bewirkt, so kann man so viel Strassenfläche fegen, als 15 Arbeiter vermögen. Die Pariser Stadtverwaltung erspart bei je 4 Blot'schen Kehrmaschinen jährlich circa 27 000 Franken. Beim Schneefegen benutzt Blot eine besonders construirte Walze.

Zweites Capitel.

Eisenbahnfuhrwerke.

I. Wagen.

§. 13.

Geschichtliche Einleitung [1]).

Der im vorigen Capitel ausführlich erörterte verhältnissmässig grosse Widerstand, welchen Fuhrwerke beim Transporte schwerer

---

1) v. Baader, Neues System der fortschaffenden Mechanik, München 1822. Das erste selbständige grössere Werk über Eisenbahnfuhrwerke. Der Verfasser beschreibt hierin (freilich sehr kurz) die bis zum Jahre 1816 in England vorkommenden Eisenbahnwagen und Zubehör, versteigt sich aber dann zu sehr in allerlei Projecte, die besonders für deutsche Verhältnisse passen sollten, von denen jedoch kaum eins zur Ausführung gelangt sein dürfte. — Cumming, Illustrations of the origin and progress of rail- and tram-roads and steam-carriages etc., Denbigh 1824. Ein populär geschriebenes Werkchen, mit vielen praktischen Notizen. — Tredgold, A practical Treatise on rail-roads and carriages, London 1825. Dem Verfasser liegt die dritte Ausgabe (von 1835) dieses Buches vor, die über Construction der Eisenbahnfuhrwerke sehr wenig, desto mehr aber über den Widerstand derselben enthält, ferner sich über die Zugkraft der Pferde und Dampfwagen verbreitet, wobei mehrfach eigenthümliche mathematische Theorien aufgestellt werden. — Wood, A practical treatise on rail-roads, London 1825. Die dritte 1838 erschienene Auflage dieses sehr guten Buches wurde, mit vielen Zusätzen begleitet, deutsch von H. Köhler bearbeitet (Braunschweig 1839). Es ist als das erste Werk zu bezeichnen, was rationell und sorgsam abgefasst wurde und worin man specielle Angaben über Constructionen von Last- und Personenwagen der Eisenbahnen veröffentlichte. Abbildungen sind beigegeben. — v. Gerstner, Handbuch der Mechanik. Erster Band 1831. Von §. 557 bis §. 596 dieses Werkes werden Eisenbahnfuhrwerke, Achsen, Räder u. s. w. sehr ausführlich besprochen und durch schöne Kupferstiche erläutert, meist Ausbeuten verschiedener Reisen des Herausgebers (Gerstner dem Sohne) in England und Amerika. Sorgfalt und Treue der Angaben zeichnen dies Werk noch besonders aus. — Armengaud, aîné, L'industrie des chemins de fer, ou dessins et descriptions des principales machines locomotives, des fourgons d'approvisionnement (tenders), wagons de transport et de terrassement, voitures, diligences etc., en usage sur les routes en fer de France, d'Angleterre, d'Allemagne, de Belgique etc. Publié sous les auspices de M. le ministre du commerce et des travaux publics. I. Vol. 4. avec atlas in-folio, Paris 1839. Vorzugsweise Beschreibung von Maschinen und Wagen englischer Abkunft, mit grossen, sehr gut ausgeführten Zeichnungen begleitet. — Etzel, Notizen über die Ausführung von Erdarbeiten in grösserem Maassstabe u. s. w., Stuttgart 1839. Eins der besten Werke (seiner Zeit), woraus

Lasten auf gewöhnlichen Strassen der Ortsveränderung entgegenstellen, brachte strebsame Menschen schon in den ältesten Zeiten

---

man sich über Construction der Erdwagen, Räder u. s. w. belehren kann. Von den 26 beigegebenen Kupfertafeln in Querfolio sind 9 den Eisenbahnfuhrwerken und Zubehör gewidmet. — Whishaw; The railways of Great-Britain and Ireland. London 1842. Eine Buchhändlerspeculation (John Weale's), die jedoch nicht schlecht bearbeitet ist und u. A. auch 5 Quarttafeln nach Maassstab gezeichneter Wagen der Great-Western- und Birmingham-Gloucester-Eisenbahn enthält. — Perdonnet et Polonceau, Portefeuille de l'ingenieur des chemins de fer, Paris 1843 bis 1846. In diesem für Geschichte und Construction aller auf das Eisenbahnwesen Bezug habenden technischen Gegenstände gleich werthvollen Werke wird auch den betreffenden Fuhrwerken aller Art vollständig Rechnung getragen. Von der grossen Sammlung beigegebener Folio-Kupfertafeln sind allein 43 den Eisenbahnfuhrwerken für Erd-, Güter- und Personentransport gewidmet. — Meyer, Etzel und Klein, Die Eisenbahnzeitung, Stuttgart, Metzler-sche Buchhandlung von 1842 bis 1861. Enthält werthvolle Aufsätze und Notizen über Eisenbahnfuhrwerke. — Heusinger v. Waldegg, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens in technischer Beziehung, Jahrgang 1845 bis 1876. Diese wackere Zeitschrift bildet seit über dreissig Jahren für Eisenbahnen- und Maschinen-Techniker eine Hülfsquelle der Orientirung, die ihrem Namen in Wahrheit entspricht und daher auch für das Studium der Eisenbahnfuhrwerke besonders empfohlen werden kann. — Clark, Railway-Machinery, Glasgow, London and New-York 1835. Part Second: Carriages and Waggons, p. 257 etc. Dies ausgezeichnete Werk behandelt die Eisenbahnwagen aus der Zeit von 1842 bis 1854 und begleitet den Text mit 17 Foliotafeln vortrefflicher Abbildungen. — Henz und Bendel, Das Eisenbahnwesen in Nordamerika. Nach Reisenotizen des geheimen Regierungsrathes Henz. Mit einem Atlas von 40 Kupfertafeln in Folio, Berlin 1862. In diesem sehr beachtenswerthen Werke findet sich von S. 32 bis 44 ein Abschnitt: „Die Wagen der amerikanischen Eisenbahnen," begleitet von 8 Blatt Abbildungen, welcher schätzbare Angaben über den bezeichneten Gegenstand enthält. — Perdonnet Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 1 bis 4, in Paris 1861 bis 1865. Seiner Zeit das ausgezeichnetste und vollständigste Werk für ein übersichtliches Studium des technischen Eisenbahnwesens, welches auch die betreffenden Fuhrwerke entsprechend behandelt. Speciell Tome 1, p. 399: „Waggons de terrassement"; Tome 2 p. 502 bis 676: „Des waggons ou voitures employées sur les chemins de fer"; Tome 3, p. 551 bis 578: „Voitures à deux étages, freins, éclairage des waggons de voyageurs par le gaz" etc.; IV., p. 321 bis 352: „Des waggons du chemin de fer de l'Est." — Goschler, Traité pratique de l'entretien et de exploitation des chemins de fer. Tome troisième „Service de la Locomotion." Paris 1868. Ein vortreffliches Werk, welches mit Sachkenntniss und Gründlichkeit abgefasst ist. (Irrt der Verfasser nicht, so ist Goschler entweder ein Deutscher von Geburt, oder stammt mindestens von deutschen Eltern ab.) — Heusinger v. Waldegg, Handbuch der Eisenbahn-Technik. Zweiter Band. „Der Eisenbahn-Wagenbau", Leipzig 1870. (Es ist dies Werk eine höchst werthvolle Sammlung ausgezeichneter Monographien des betreffenden Gegenstandes von den

auf die Idee, diese Strassen auf eigenthümliche Weise zu verbessern, nämlich die Räder der Wagen auf schmalen, isolirten festen Gleisen, aus Stein oder Holz, auf sogenannten Radbahnen laufen zu lassen.

Während das gewiss sehr hohe Alter der aus Stein gebildeten Radbahnen mit Bestimmtheit gar nicht anzugeben ist [1]), scheint man zuerst im sechszehnten Jahrhunderte, also vor mehr als 300 Jahren, beim deutschen Bergbau Radbahnen aus Holz (hölzerne Gestänge) in Anwendung gebracht zu haben [2]).

Veranlassung zu einer allgemeineren Verwendung solcher hölzerner Radbahnen gab jedoch erst das in England erhöhete Ausbringen der Steinkohlen, welches den Transport immer grösserer Lasten von den Gruben nach den Verschiffungsplätzen erforderlich machte. Nach Smiles [3]) war es im siebenzehnten Jahrhunderte und zwar 1630, wo ein gewisser Beaumont zuerst dergleichen Holzbahnen bei den Steinkohlengruben in der Nähe von Newcastle-upon-Tyne anwandte, während Cumming [4]) angiebt, dass sie aus der Zeit von 1670 stammen, und Tredgold [5]) dafür sogar das Jahr 1680 festsetzt. Thatsache ist, dass man diese Holzbahnen in England bereits am Ende des siebenzehnten Jahrhunderts für Kohlen- und Stein- (namentlich Schiefer-) Transporte allgemein benutzte und auch fast bis zur Mitte des achtzehnten Jahrhunderts in ungeänderter Gestalt beibehalten hat.

---

besten deutschen Eisenbahn-Ingenieuren, beispielsweise von Wöhler, Sammann, Sonne, G. Meyer, Schneemann, Klinge, Klövekorn etc. etc.) — Couche, Voie matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer. Tome II. (Speciell den Eisenbahnfuhrwerken gewidmet), Paris 1872—1874. Ebenfalls ein vorzügliches Werk, mit besonders schönen Zeichnungen ausgestattet. — Petzholdt, Studien über Transportmittel auf Schienenwegen und Transportbetrieb. Braunschweig 1876. Eine sehr beachtenswerthe Compilation.

1) Nach Breymann (Ueber die Entstehung und allmälige Entwickelung der Eisenbahnen. Eisenbahnzeitung vom 28. Februar 1847) ist vielleicht den Baumeistern der ägyptischen Pyramiden die Erfindung der Radbahnen von Stein zuzuschreiben.

2) v. Baader, Neues System der fortschaffenden Mechanik, S. 24. Nach Rziha (in seinem Werke „Eisenbahn-Unter- und Oberbau". Bd. 1, S. 53. Wien 1876) wurden bereits zur Zeit der Königin Elisabeth (! 1533; † 1603) die hölzernen Spurbahnen von deutschen Bergleuten nach England gebracht.

3) Lives of the Engineers, Vol. 3, p. 5.

4) Illust. of the origin and progress of rail- and tram-roads etc., p. 7.

5 Rail-Roads and Carriages, p. 11.

Ein derartiges, wahrscheinlich aus letztgenannter Zeit stammendes, auf Holzbahnen laufendes Fuhrwerk zeigt Fig. 186 in der Längen- und Endansicht [1]).

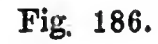
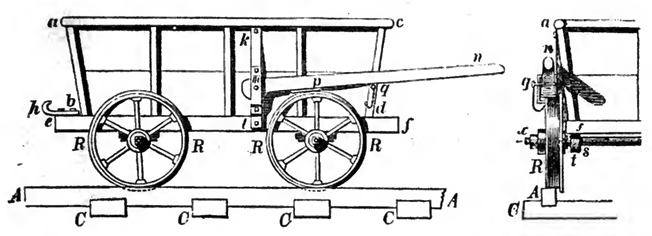


Fig. 186.



Daselbst sind AA die aus Eichenholz gebildeten Bahngestänge, CC die betreffenden Unterlagen (Schwellen) aus gleichem Materiale, wobei erstere in letztere eingelassen und durch hölzerne Nägel befestigt sind.

Der Wagen bildet oberhalb einen hölzernen pyramidalen Kasten $abcd$ auf Langschwellen und Querträgern ef ruhend.

Die vier gleich grossen Räder RR sind aus Gusseisen hergestellt und an ihrer Innenseite mit einem vorspringenden Rande (Flantsche) versehen, wodurch verhindert werden soll, dass der Wagen aus dem Gleise kommen kann. Um möglichst gut Spur halten zu können, sind je zwei dieser Räder auf einer und derselben schmiedeeisernen Achse xx dergestalt befestigt, dass sich beide mit der Achse zugleich in Lagerbüchsen t drehen, welche an die Querriegel f geschroben sind.

Die Stränge des diesen Wagen ziehenden Pferdes werden unmittelbar an einem Haken h befestigt.

Um die Geschwindigkeit der Bewegung beim Abwärtslaufen des Wagens mässigen oder nach Erforderniss vernichten zu können, hat man einen Bremshebel mpn angebracht, der sich um den Punkt n dreht, während bei p eine eiserne Platte befindlich ist, die den gegen das Rad wirkenden Bremsbacken bildet.

Die verhältnissmässig immer noch bedeutende Reibung der eisernen Räder auf den hölzernen Gestängen und die rasche Abnutzung der letzteren, scheint schon damals, besonders an schwierigen Stellen (bei starken Krümmungen oder bedeutenden Steigungen) zu den Auskunftsmitteln geführt zu haben, auf die Holzschienen Flacheisen zu nageln. Indess war die Befestigung sehr mangelhaft, die Nägel wurden leicht los und konnten auch nicht wieder in dieselben Löcher eingetrieben werden. Es wurde da-

1) v. Baader a. a. O. S. 25.

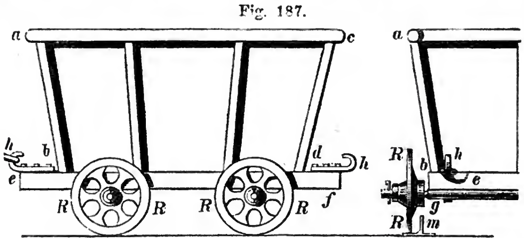
her die Verwendung schmiedeeiserner (Flach-) Schienen nicht weiter verfolgt.

Die ersten, aus Gusseisen gebildeten Bahngestänge scheinen in England im Jahre 1738 zu Whitehaven gelegt worden zu sein [1]), eine allgemeine Verwendung dieses Materials veranlasste aber mehr der Zufall. Als nämlich durch das Zusammentreffen verschiedener Umstände im Jahre 1767 der Preis des englischen Roheisens so sehr herunterging, dass die grossen Eisenwerke der Grafschaft Shropshire fast nicht mehr bestehen konnten, beschlossen die Eigenthümer des grossen Hüttenwerks zu Coalbrookdael, um dasselbe im Gange zu erhalten, alle ihre hölzernen Bahngestänge durch gusseiserne zu ersetzen. Hierbei zeigten sich aber so unerwartet günstige Resultate, dass man in England nach kurzer Zeit fast überall dem Vorgange von Coalbrookdael nachfolgte.

Wie Fig. 187 erkennen lässt, hatte man ihre Bahnschienen mit einem hohen vorstehenden Rande *m* ausgestattet [2]), der das Ausgleisen der Wagen verhindern sollte, während die Umfänge ihrer ebenfalls gusseisernen Räder *RR* völlig glatt abgedreht waren.

Die Kästen *abcd* der zugehörigen Bahnwagen bildete man gewöhnlich aus hölzernem Rahmenwerke mit Füllwänden aus Eisenblech. An den aus starken

Fig. 187.



eichenen Bohlen zusammengefügten Bodenschwellen *cf* hatte man unterwärts die eisernen Achsen *g* befestigt, um deren äusseren Schenkel die Räder (auf dieselbe Weise wie bei gewöhnlichen Fuhrwerken gesteckt) zum Umlaufen (unabhängig von der Achse) gezwungen wurden. Haken *hh* zum Anspannen der Pferde waren vorn und hinten am Wagen befindlich, so dass derselbe, ohne umzukehren, vor- und rückwärts gezogen werden konnte. Beim Abwärtsfahren

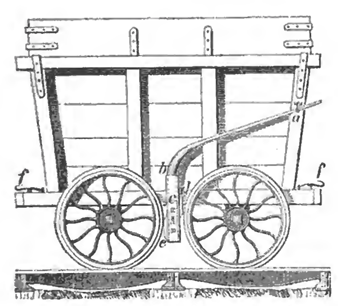
1) Smiles a. a. O. Vol. 3, p. 7.

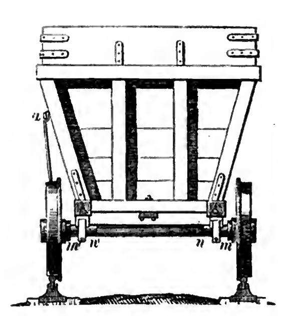
2) Bahnschienen mit nach oben hin gerichtetem vorspringenden Rande, auf der inneren Seite nannte man Plate-Rails, die Bahnen selbst aber Tram-Roads. Nach David Read (a. a. O., p. 69) wird ein gewisser Benjamin Outram (in England) als der Erfinder dieser Eisenbahngattung bezeichnet und bemerkt, dass man diese Kunststrassen „Outram-roads" nannte, woraus der Name Tram-Roads entstanden sein soll.

bediente man sich ähnlicher Bremsen, wie in Fig. 186 und in Fig. 188 angegeben sind.

Letztere (hier folgende) Figur stellt einen Wagen dar, wie sie seiner Zeit auf der 1825 eröffneten, von George Stephenson erbauten Darling-

Fig. 188.





Stockton-Eisenbahn (Grafschaft Durham) zum Kohlentransporte benutzt wurden [1]). Zu den bemerkenswerthen Dingen dieses Wagens gehören zunächst die gusseisernen Räder, die wieder mit Flantschen versehen und auf den Achsen derartig festgekeilt sind, dass sich Räder und Achsen als ein Ganzes gleichzeitig umdrehen. Die zugehörigen Lager oder Achspfannen sind an den Langbäumen des Wagenkastens so befestigt, wie die Endansicht unserer Abbildungen ohne Weiteres erkennen lässt. Zu bemerken ist hierbei nur noch Folgendes. Der mittlere Theil nn' jeder Achse ist achteckig, die Endtheile nm und $n'm'$ dagegen sind rund und so lang, dass ein Spielraum gebildet wird, hinlänglich gross genug, um den Lagern und somit dem Kasten des Wagens Raum zum Hin- und Herbewegen auf den Achsen gestatten zu können.

Die damalige Erfahrung hatte einen derartigen Spielraum sehr vortheilhaft gefunden.

Gewöhnlich war bei solchen Wagen der Boden nach unten hin zu öffnen, um die transportirten Steinkohlen bequem ausstürzen zu können, wozu verschiedenartige Mechanismen dienen, hinsichtlich welcher wir auf unsere Quelle [2]) verweisen müssen [3]).

1) Gerstner a. a. O. Bd. 1, §. 559.

2) Gerstner, Mechanik, Tafel 34, Fig. 2.

3) Die Stockton-Darlington-Bahn, zu welcher, wie bemerkt, der besprochene Wagen gehörte, hat noch für die Geschichte die merkwürdige Bedeutung, dass hier zuerst auf George Stephenson's Rath Eisenbahnschienen (und zwar Edge-Rails, Stabschienen) aus gewalztem Schmiedeeisen (auf die Hälfte der ganzen Bahnlänge) in Anwendung gebracht, sowie auch dessen eigenthümliche Stühlchen zur Stützung der Stossstellen benutzt wurden. Uebrigens waren die Schienen nicht auf Holzschwellen, sondern auf Steinblöcken befestigt. Man sehe hierüber auch Smiles, Vol. 3, p. 164.

Fig. 189 bis 191 sind Abbildungen eines Wagens, wie man sie zuerst bei der Liverpool-Manchester Eisenbahn (1830 am 15. September eröffnet) in Anwendung brachte, und welche vorzugsweise zum Transporte von Kaufmannsgütern benutzt wurden [1]).

Die überall freie Plattform *kk* derselben war sowohl bequem beim Aufbringen als beim Nebeneinanderschichten und Abladen (durch Herabwälzen u. s. w.) der betreffenden Ballen, Lasten und Colli jeder Art, die man gewöhnlich durch gefirnisste Leinwand- oder Lederdecken vor Regen und Staub zu schützen suchte.

Fig. 189.

Bei Bahnen mit der gewöhnlichen Spurweite (4 Fuss $8^1/_2$ Zoll engl. oder 1,436 Meter, zwischen den Köpfen der Eisenbahnschienen gemessen) hatte die Oberfläche der Plattform *k* gewöhnlich 75 Quadratfuss und die aufzubringende Güterfracht konnte ungefähr 4 Tonnen oder 80 Ctnr. (à 112 Pfd. engl.) betragen.

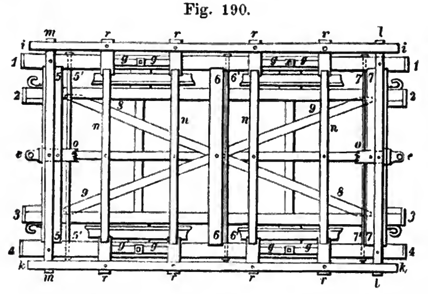


Fig. 190.

Das Hauptgestell dieser Wagen bestand aus vier hölzernen Langträgern 1..1, 2..2, 3..3 und 4..4; ferner aus drei Querträgern (Querriegeln) 5..5, 6..6 und 7..7 und aus zwei Diagonalstreben 8..8 und 9..9, welche letztere, nebst gehörigen Schrauben und eisernen Zugstangen 5′, 6′ und 7′, die erforderliche Unverschiebbarkeit des Rechtecks erzeugten, welches die Horizontalansicht (Fig. 190) des ganzen Baues bildete.

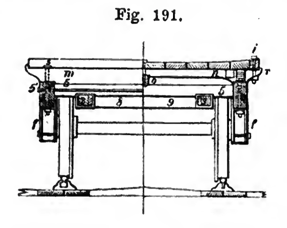
Auf diesem Hauptgestelle ruhte das Obergestell *ii*, *kk*, um einen ebenen Boden (die Plattform) zu bilden, auf welchen man die zu transportirenden Güter legte. Hierzu ruhten ferner auf den äusseren Langträgern 1..1 und 4..4, sowie auf den Querträgern 5..5 und 7..7 andere Querriegel *ll*, *mm*, mit welchen höher liegende Langhölzer *ii*, *kk* durch Schraubenbolzen vereinigt waren. Ein drittes Langholz *oo* (Fig. 190 und 191) lag auf den Querriegeln 5, 6 und 7, und war ebenfalls durch Schraubenbolzen befestigt.

Auf dem Langholze *oo*, sowie mit den Enden in gusseisernen Hülsen (vier auf jedem Langbaume 1..1 und 4..4 festgeschraubt) *rr* ruhten die vier Querhölzer *nn*, die man endlich mit Brettern (Fig. 191) bedeckte, und dabei

1) Wood, Rail-Roads, Chapter 5, Construction of carriages adepted to Rail-Roads, §. 8. In der Köhler'schen Uebersetzung S. 158.

Sorge trug, dass die gebildete Oberfläche nach der Mitte hin etwas geneigt war, um den Gütern eine sicherere Lage zu verschaffen. Aus letzterem Grunde liess man auch die Langhölzer *i* und *k* etwas über dem Boden hervorstehen.

Fig. 191.



Schliesslich befestigte man noch an jedem Ende ein Schwellholz *s* der Quere nach (Fig. 191, die linke Hälfte), welches ebenfalls über dem Bretterboden hervorstand.

Beim Fortschaffen des Wagens hing man den betreffenden Zughaken in eine der Oesen *e* (Fig. 190) ein, welche Oesen zu einer kräftigen Rundeisenstange gehörten, die sich über die ganze Länge des Wagens erstreckte und die Festigkeit des Gestellbaues noch erhöhte, da mit ihr sämmtliche Querhölzer durch Bolzen verbunden waren.

Wood bemerkt (a. a. O.), dass man derartige Wagen gewöhnlich mit dem Namen „Trucks" bezeichnet habe. In Deutschland wurden sie bei manchen Eisenbahnen unter dem Namen „Lowries" eingeführt [1]).

Ein wichtiges Object vorbesprochenen Wagens sind noch dessen Räder, wobei nur die Naben aus Gusseisen, alle übrigen Theile aber aus Schmiedeeisen bestehen, und auf deren Constructionsart sich 1830 Losh in Newcastle, der Zeitgenosse und Freund George Stephenson's, ein Patent ertheilen liess und die noch heute unter dem Namen Losh-Räder (sector-spoked wheels) vielfach im Gebrauche sind.

Die Speichen dieser Räder bestehen gewöhnlich aus geschmiedeten Flacheisenstücken, welche man in die Gestalt eines Sectors oder eines gleichschenkligen Dreiecks biegt, dessen Basis an den Radkranz zu liegen kommt. Die der Dreieckbasis gegenüberliegenden Enden des betreffenden Flacheisenstückes werden in die Sandform beim Gusse der Nabe eingelegt.

Durch ein gehöriges Aneinanderrücken der Sectoren entsteht eine Art zusammenhängender Kranz (der Speichenkranz), der einen concentrischen Kreis mit dem darum zu legenden Radreif abgiebt, welcher letztere eine starke, mit Flantsche zum Spurhalten versehene Bandage bildet. Die warm aufgezogenen Bandagen befestigen sich beim Erkalten durch das Zusammenziehen (Aufschrumpfen) von selbst, werden darin jedoch noch durch äusserlich versenkte Nieten unterstützt. Zum Studium des speciellen Herstellungsganges der Losh-Räder kann u. A. die unten angegebene Quellen empfohlen werden [2]).

1) v. Weber in seinem empfehlenswerthen Buche: „Die Schule des Eisenbahnwesens," zweite Aufl. (1862), bemerkt S. 234, dass der Name „Lowries" für die einfachsten aller Eisenbahnfuhrwerke gebraucht werde. Höchst wahrscheinlich kommt die Benennung von der geringen Höhe (vom englischen Worte low, niedrig) her, in welcher die Plattform dieser Wagen über den Bahnschienen liegt.

2) Heusinger's Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens Bd. 3 (18), S. 165 und hieraus polyt. Centralbl. 1849, S. 137. Ferner desselben Autors Handbuch der speciellen Eisenbahn-Technik. Zweiter Band, S. 39 (§. 4).

Unter allen Umständen wurden auch bei diesen ersten Wagen des Spurhaltens wegen, die Räder auf den Achsen festgekeilt, so dass sich beide stets gemeinsam, als ein Ganzes, drehen mussten.

Die Schenkel oder Zapfen der Achsen liess man in Pfannen laufen, die sich in verschlossenen, zur Aufnahme von Schmiere und Oel geeigneten Büchsen *cc* (Fig. 189) befanden, welche wieder zwischen Leitungen *ff* Achshalter genannt, in senkrechter Richtung auf- und abgeschoben werden konnten. Die Verbindung dieser eisernen Achshalter mit den hölzernen Langträgern 1 . . 1 und 4 . . 4 des Wagens geschah durch Schraubenbolzen *aa*, die in Fig. 189 sichtbar sind.

Zur nothwendigen Versteifung verband man immer je zwei der Achshalter *ff* durch schmiedeeiserne Zugstangen *b*, sowie endlich auch noch Streben *d* von den Achshaltern aus nach den Langträgern 1 . . 1 und 4 . . 4 gingen, die zugleich als Stützen desjenigen Theiles des Gestells dienten, welcher über die Räder hinausspringt.

Bei den ersten Fuhrwerken der für Gütertransport bestimmten Eisenbahnen scheint man sogleich die bereits im Capitel „Strassenfuhrwerke“ S. 143, Note 1, erörterten Vortheile des Aufhängens der Wagengestelle in Stahlfedern erkannt zu haben, indem wir unseren (alten) Güterwagen, Fig. 189, bereits mit solchen ausgestattet finden. Das ganze Gestell ist überhaupt an den Enden der vier vorhandenen Federn *gg* aufgehangen. Die alle Federblätter vereinigende Kapsel, der Federring oder Federbügel, war nach unten hin mit einem cylindrischen Stift oder Bolzen, der Federstütze, ausgestattet, deren unteres, freies Ende sich auf die betreffende Achsbüchse *c* stützte. Ein von unten gegen die Radbandage gerichteter Stoss, welcher das Rad zum Aufsteigen zwang, verursachte ein Aufwärtsschieben der Achsbüchse in den Führungen der Achshalter, demnach ein Aufsteigen der Federbügelstütze, des Federbügels und schliesslich eine Formänderung der Feder, wodurch offenbar eine nachtheilige Einwirkung auf das Wagengestell und die auf seiner Plattform liegenden Gegenstände verhindert wurde.

Eine bereits verbesserte Gattung englischer offener Güterwagen vom Jahre 1838 und zwar von der zu dieser Zeit (im September) eröffneten London-Birminghamer Eisenbahn, lassen die Abbildungen Fig. 192 bis 194 erkennen[1]). Der ersten äusseren Auffassung nach unterscheidet sich dieser Wagen von dem vorigen durch die seine Plattform umgebenden Wände (Bords), die zum gänzlichen oder theilweisen Abnehmen wie *aaa* und an einem Ende zum Umlegen wie *b* eingerichtet sind und sich deshalb zum Transporte solcher Gegenstände (wie Kohlen, Kalk, Kartoffeln, Obst u. s. w.) eignen, welche ohne diese Wände herabrollen würden, andererseits aber auch beim Abladen leicht herabgeworfen werden können.

Während die hierzu getroffenen Anordnungen ohne Weiteres aus den Abbildungen erhellen, ist auf die sogenannten Buffer hinzuweisen, deren Haupttheile elastische Ballen *cc* an den Stirnseiten der Wagen sind, wodurch

---

1) Perdonnet et Polonceau: Portefeuille de l'Ingénieur des chemins de fer, Paris 1846, Serie G, Planche 11. Die in Fig. 192 und 193 eingeschriebenen Dimensionen sind daher Metermaasse.

Stösse irgendwie zusammentreffender Wagen vermindert und überhaupt so weit als möglich unschädlich gemacht werden.

Fig. 192.

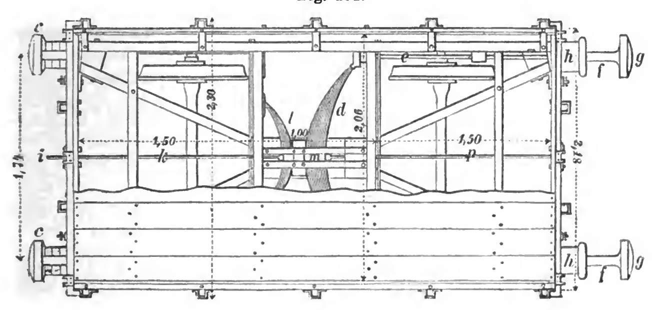


Fig. 193.

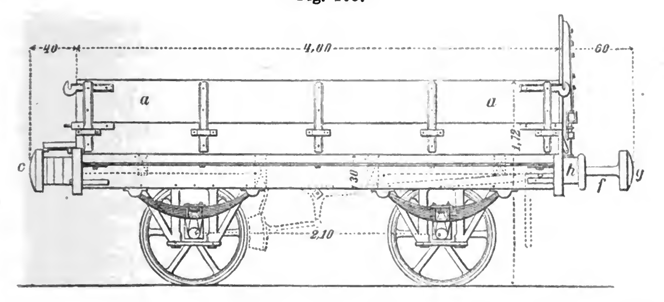
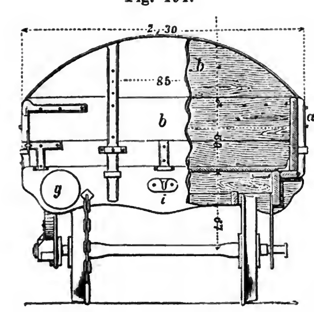


Fig. 194.



In der allerersten Zeit bestanden die Buffer *cc* aus starken, mit eisernen Reifen rippenförmig umbundenen Lederkissen von cylindrischer Gestalt, die man mit Rosshaaren ausstopfte. In unseren Abbildungen sind die links gezeichneten Buffer noch von dieser Art. Nachher, als man erkannte, dass die Elasticität derartiger Körper unzureichend war, traf man die namentlich aus der Grundrissfigur (192) erkennbare Anordnung, wo die Bufferkissen *cc* durch stählerne Blattfedern *d* ersetzt sind. In der Mitte befestigte man diese

Federn mittelst einer Kapsel am Wagengestell, während ihre freien Enden mit Rundeisenstangen (Stiele, Bufferstangen) *ef* verbunden wurden, die an den Stellen, wo sie Führungsbüchsen *h* passiren, etwas dicker waren. Aeusserlich endigten sie in schmiedeeisernen, pilzartigen Kugelabschnitten *gg*, welche die Bufferscheiben bildeten, die beim etwaigen Zusammentreffen mit einem Vorder- oder Hinterwagen mit ihresgleichen entsprechend in Berührung kamen.

Zuweilen ersetzte man die Blattfedern (C-Federn) *d* auch durch Spiralfedern, welche um die Bufferstangen gewunden wurden, indem man diese gegen excentrische Stösse für wirksamer und dauerhafter hielt. Derartige Constructionen scheinen zuerst vorzugsweise auf den englischen Eisenbahnen von Birmingham nach Gloucester [1]) und auf der irländischen Bahn von Dublin nach Kingstown [2]) in Anwendung gekommen zu sein.

Um auch beim Anziehen der Locomotiven für zerbrechliche und zarte Güter heftige Erschütterungen oder Stösse möglichst unschädlich zu machen, war man schon in den dreissiger Jahren bemüht, die sogenannten Kuppelhaken *i* in geeignete elastische Verbindungen zu bringen. Bei den alten Polsterbuffern *cc* verlängerte man hierzu das Hakenrundeisen zu einer Zugstange *k* (Fig. 192), liess sie in der Gestellmitte in eine Kapsel enden und durch diese die C-Feder *l* treten. Als man längere Druckfedern aus Stahl gut herstellte und Bufferfedern wie *d* in Anwendung brachte, ordnete man die Hülse *m* in der Mitte derselben verschiebbar an und verband mit ihr die Hakenzugstange *p* in der aus Fig. 192 erkennbaren Weise.

In der ersten Zeit der englischen Eisenbahnen transportirte man alle und selbst kostbare Güter auf offenen Wagen, die man mehr oder weniger durch bewegliche, leicht abzunehmende (gefirnisste oder aus wasserdichten Stoffen gefertigte) Decken schützte. So sehr sich aber auch derartige Wagen durch Einfachheit der Construction und Bequemlichkeit beim Auf- und Abladen (namentlich wo sogenannte Krahne zur Disposition stehen) empfehlen, so eignen sie sich doch für den Transport gewisser Waaren und auch für Personengepäck weniger, ganz abgesehen davon, dass sie nicht für den Verschluss passen, wo man Zollgrenzen zu passiren hat. In Deutschland, Frankreich und Amerika beschränkte man deshalb anfänglich das Princip des Transportes von Gütern auf offenen Wagen mit beweglichen Decken so weit als möglich und führte überhaupt ringsum geschlossene, mit festen Dächern ausgestattete Wagen ein. Indem hinsichtlich der Abbildungen derartiger Eisenbahnwagen, des beschränkten Raumes wegen, auf die unten angegebenen Quellen verwiesen werden muss [3]), besprechen wir eine

---

1) Abbildungen bei Perdonnet et Polonceau, Serie F, Planche 2 u. 5.

2) Wood, Rail-Roads, p. 221 und in der deutschen (Köhler'schen) Bearbeitung S. 165.

3) Perdonnet et Polonceau, Portefeuille etc., Serie G, Planche 1 u. 8.

ganz eigenthümliche Gattung solcher Wagen, welche aus Amerika stammen und sich dort (und auch theilweise in Deutschland) bis zur Gegenwart erhalten haben. Es sind dies die achträdrigen Güterwagen mit zwei völlig getrennten Untergestellen, in besonderen Rahmen um einen Verticalbolzen drehbar und mit sehr kurzem Radstande, welche der amerikanische Mechaniker Ross-Winans zuerst im Jahre 1834 für die Baltimore-Ohio-Eisenbahn construirte [1]). Die Vortheile dieser Anordnung wurden so schnell und allgemein anerkannt, dass sie in Nordamerika bald alle vierrädrigen Eisenbahnwagen verdrängten und die sechsrädrigen diesen Ländern ganz fremd blieben.

Nach unserem Wissen wurden derartige Wagen in Deutschland zuerst auf der Leipzig-Dresdener Eisenbahn und zwar schon 1838 eingeführt, nachher auf den österreichischen Bahnen, auf der Berlin-Frankfurter und 1843 auch bei den hannoverschen Staatsbahnen [2]).

Einen solchen achträdrigen Wagen letzterer Bahn zeigt (in $^1/_{48}$ der wahren Grösse) Fig. 195, wobei kaum erforderlich sein wird, zu bemerken, dass die rechte Hälfte der Abbildung im Durchschnitte gezeichnet ist, so dass man dadurch auch über die innere Construction des Oberwagens, sowie über Theile des Unterwagens Kenntniss erlangt.

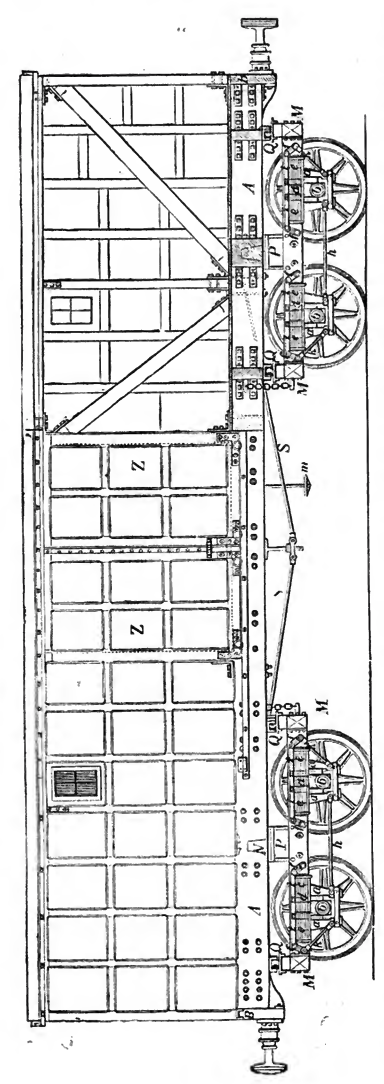
Den wesentlichen Vortheil dieser Wagen fand man in den beiden schon erwähnten völlig von einander getrennten vierrädrigen Untergestellen *PMM*, wovon jedes um einen Verticalzapfen oder Reibnagel *N* des Obergestells drehbar ist [3]) und sich demnach unabhängig von den anderen selbst durch sehr scharfe Bahncurven bewegen kann. Diese Radgestelle (übrigens mit guten Federwerken versehen) nehmen auch von der Bahn aus veranlasste Stösse auf,

---

1) Etzel und Klein's Eisenbahnzeitung, Jahrgang 1845, S. 312. Colburn in seinem neuesten Werke, Locomotive Engineering, bemüht sich (p. 97), die Idee und erste praktische Ausführung der kurzen, um Drehbolzen beweglichen Untergestelle (swivelling trucks) für die Engländer in Anspruch zu nehmen. Ross-Winans, dessen amerikanisches Patent übrigens vom 1. October 1834 datirt, will Colburn nur die eigenthümliche Construction dieser Trucks, namentlich in Bezug auf die Anordnung der Federn, als Eigenthum gestatten.

2) Abbildungen mit specieller Beschreibung amerikanischer Originalwagen der damaligen Zeit finden sich u. A. in der soeben citirten Eisenbahnzeitung, Jahrgang 1845, S. 327. Achträdrige Personenwagen, deren Untergestell nach ganz gleichen Principien construirt ist, für die würtembergischen Staatsbahnen ausgeführt, finden sich im Heusinger'schen Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens Bd. 2 (1847), S. 87, Tafel 11 und 12.

3) Detailzeichnungen derartiger Untergestelle findet man auf der zuletzt citirten Tafel 12, Bd. 2, des Heusinger'schen Organs etc.


Fig. 195.

ohne solche (wesentlich) auf die Oberkasten überzutragen, dabei noch gar nicht der Annehmlichkeit zu gedenken, dass sie den Transport sehr langer Frachtgegenstände erleichtern.

Während der Drehzapfen *N* gleichsam als Führungsachse dient, bildet der Obertheil eines erhöhten Schemels *P* zugleich Reibungs- und Stützfläche; sowie endlich vom Obergestell getragene Laufrollen *Q*, welche entsprechende Bahngleise auf den erhöhten Stellen des Rahmenwerkes *M* finden, gegen nachtheilige Seitenschwankungen sichern.

Der Oberwagen hat wieder als Constructionsbasis ein hölzernes rectanguläres Rahmenwerk, aus sehr starken Langschwellen *A A*, Kopfschwellen *B B*, Querschwellen, Streben, Riegel gebildet, mit **Winkeleisen** als Eckverband und ist überhaupt so angeordnet, dass ein nachtheiliges, inneres Verschieben des Baues nach irgend einer Richtung hin (fast) unmöglich wird.

Um die auf eine grosse Entfernung freiliegenden Langschwellen gegen schädliche Durchbiegungen zu sichern, hat man sie durch eiserne Sprengwerke *S* verstärkt.

Der auf dem Hauptrahmenwerke *AB* errichtete Oberbau, aus Fussboden, vier festen Wän-

den und eben solcher Decke bestehend, wird aus Säulen, Ecksäulen, Thürsäulen, Streben, Deckrahmen u. s. w. gebildet, und die zwischen den einzelnen Rahmen gelassenen Felder werden mit geeigneten Holz- oder Blechtafeln ausgefüllt. Zwei auf Rollen laufende Schiebethüren *ZZ* dienen zum Verschluss entsprechender Seitenöffnungen im Kasten. Durch derartige an beiden Langseiten des Wagens angebrachte Thüren erreicht man zugleich die Möglichkeit des Dichtanfahrens an die Ladeperrons der Bahnhöfe- oder Stationsplätze.

Eine bisher unbeachtet gelassene Eigenthümlichkeit dieser älteren hannoverschen achträdrigen Güterwagen waren die dabei angewandten Buchanan'schen Parallel-Feder-Systeme *ee*, deren Princip auf „Trennung der Blätter" beruhte. Jedes dieser Blätter bildete nämlich ein schmales, gerades Rechteck und alle waren von gleicher Länge und Breite. Beim Zusammenbringen der einzelnen Blätter legte man Holzklötzchen zwischen je zwei derselben, um deren Aufeinanderreiben möglichst zu verhindern und dadurch das Federsystem freier und beweglicher zu machen. Wie aus der Abbildung erhellt, ruhte auf jeder der aus sechs ganz gleichen Blättern gebildeten Federn *ee* eine sogenannte Ueberlage *i*, welche als Spannstange (Spannkette) wirkte, während alle Federlagen nach unten hin mit der Achsbüchse *b* durch Bolzen *d* vereinigt waren.

Gehänge *f* verbanden die Tragfedern mit dem Untergestelle des Wagens.

Zur Versteifung der Achshalter *a* waren auch hier Spannstangen *h* und Streben *k* vorhanden.

Abgesehen davon, dass die Gestalt derartiger Federn den rationellen Sätzen über Widerstand der Materialien widerstreitet[1]), haben sie sich beim Gebrauche, wegen ihrer vibrirenden, für den Fahrenden unangenehmen Bewegung nicht bewährt und finden sich daher auch bei den hannoverschen Eisenbahnfahrzeugen (und ähnlich so in ganz Deutschland) höchstens noch bei einigen sehr alten Güterwagen vor.

Was die Personenwagen der ersten und überhaupt älteren

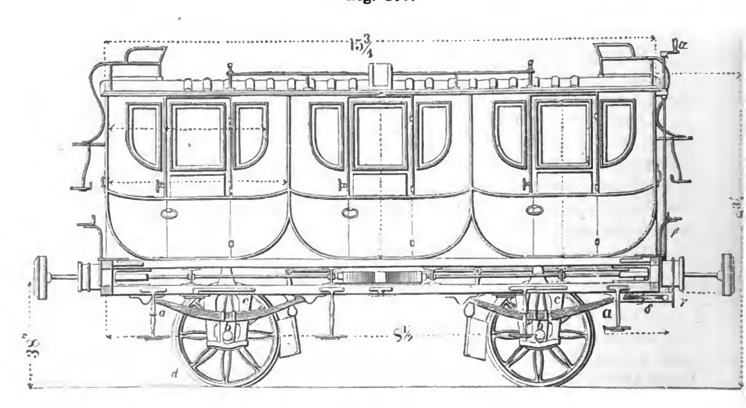
---

1) Bei den Buchanan-Federn der hannoverschen Eisenbahnfuhrwerke hatte man allerdings die Enden jedes Blattes ausgeschmiedet, wodurch sie daselbst so dünn wurden, dass das Ganze immerhin als ein Körper von gleichem Widerstande betrachtet werden konnte. Redtenbacher in seinem Werke: Die Gesetze des Locomotivbaues, schliesst aus interessanten mathematischen Entwicklungen über Federwerke aus Schienen von gleicher Länge und Dicke, dass in einem solchen die Intensität der Spannungen von der Mitte an, nach den Enden zu fort und fort abnimmt und an den Enden sogar verschwindet, dasselbe an den äusseren Theilen also übermässig fest und daher für praktische Zwecke nicht sehr geeignet ist. Bereits früher (im Jahre 1848) hatte sich Herr v. Weber (damals Maschinen-Ingenieur der Chemnitz-Risaer Eisenbahn) entschieden gegen die Buchanan-Federn ausgesprochen und für die gedachte Bahn gewöhnliche, sogenannte parabolische Federn mit beachtenswerthen Eigenthümlichkeiten in Anwendung gebracht. Man sehe deshalb einen betreffenden Aufsatz in Bornemann's Zeitschrift, Der Ingenieur, Bd. 2, 1850, S. 129, welcher die Ueberschrift trägt: „Die Personenwagen der Chemnitz-Risaer Eisenbahn."

Eisenbahnen anlangt, so unterschieden sich die Räder, Achsen und Untergestelle derselben von den besseren Güterwagen im Wesentlichen bereits eben so wenig, wie dies gegenwärtig der Fall ist. Höchstens machte man die Tragfedern der Personenwagen länger, verwandte mehr Sorgfalt auf die Stoss- und Zug-Vorrichtungen, vermied so weit als möglich das Anbringen von Radbremsen und beobachtete überhaupt Alles, was einen sanften Gang herbeiführen und unangenehme Stösse oder Erschütterungen verhindern konnte.

Einen vierrädrigen Personenwagen erster Classe der London-Birminghamer Eisenbahn aus der Zeit ihrer Eröffnung (1838) zeigt in $^1/_{50}$ wahrer Grösse Fig. 196 in der Längenansicht, während Fig. 197 dessen Untergestell bei abgehobenem Oberwagen erkennen lässt[1]). Aus Fig. 196 erhellt, dass letzterer aus drei Abtheilungen, Coupés genannt, besteht. Jedes Coupé bildet eine für

Fig. 196.



sich bestehende sogenannte Berline (S. 49, 50 und 57) mit Thüren und Fenstern von beiden Seiten und mit Sitzplätzen für 6 Personen, so dass der ganze Wagen im Innern 18 Personen fasst. Ausserhalb an beiden Enden über den Coupéecken sind überdies noch unbedeckte Fahrplätze angebracht, während zwischen diesen beiden Raum für Personengepäck vorhanden ist.

Wie aus der Abbildung erhellt, sind hier Losh-Räder in Anwendung gebracht, sowie Stahlfedern von (nahezu) parabolischer Krümmung, deren Enden noch nicht in Oesen und Ringen aufgehangen (was einer späteren Zeit

1) Perdonnet et Polonceau a. a. O., Serie F, Planche 2.

angehört), sondern nur in festen Hülsen verschiebbar angeordnet sind. Uebrigens liegen diese Federn über den Achsbüchsen *b* und sind in der Mitte mit letzteren verbunden. Beim Auf- und Absteigen der Achsbüchsen zwischen den Achs-

Fig. 197.

haltern *c* nehmen zwar die Federn an dieser Bewegung Theil, jedoch wird, weil sie über der Achsbüchse liegen, ein zu tiefes Herabgehen der Federn und somit der Wagenkasten verhindert.

Von den in der Grundrissfigur sichtbaren Federn sind die grösseren *ff'* von einander unabhängige Federn, und ihre Enden stehen in bereits früher erörterter Weise mit den Stangen der Buffer *gg* in geeigneter Verbindung. Zwei andere kürzere Federn *hh'* sind an ihren Enden durch Zugstangen *ii* vereinigt, gehören zu den Zughaken *A* und *B* und bilden überhaupt mit den zugehörigen Stangen die erforderliche, elastische Zugvorrichtung.

Die einseitigen Backen-Bremsen der Räder sind oben am Wagengestell aufgehangen und werden durch Hebel und Zugstangen $\lambda\eta$ angezogen und gelöst, deren entsprechende Bewegung aber von der Sitzstelle des Bremsers aus, mittelst Kurbel α und Welle β, Zahnräder $\gamma\delta$ und Stangen 2,4 (an den Enden verzahnt) gehörig übertragen werden kann.

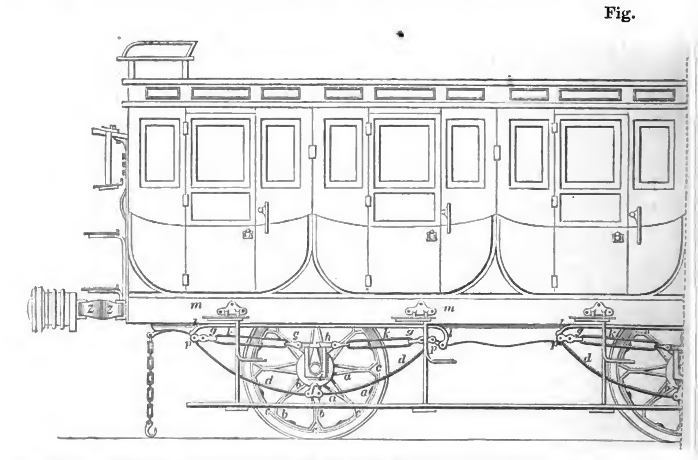
Während man, wie schon erwähnt, in Amerika das vierrädrige System der Personenwagen recht bald durch das achträdrige ersetzte, war man, mit wenigen Ausnahmen (würtembergische, österreichische Bahnen und Berlin-Frankfurt-Oder-Bahn, Russland etc.), in Europa und besonders auf dem Continente anderer Meinung, wo man sich vielmehr bemühte, das sechsrädrige Wagensystem zur allgemeinen Anwendung zu bringen.

Die Vorzüge sechsrädriger Wagen im Vergleich mit den vierrädrigen suchte man theils in pecuniären Vortheilen (da durch Hinzufügung des dritten Räderpaares der Fassungsraum des Wagens beinahe verdoppelt werden konnte) theils in der (allerdings nicht richtigen) Voraussetzung, dass bei vorkommenden

Achs- oder Radbrüchen eine Gefahrverminderung eintreten müsse, indem in einem solchen Falle der sechsrädrige Wagen immer noch auf vier Rädern laufen könne, theils endlich in einer weit sanfteren Bewegung des Wagens, indem die Unebenheiten der Bahn durch die vermehrten Stützpunkte sich besser ausgleichen und deshalb unfühlbar werden müssten [1]).

Einen Personenwagen mit sechs Coupés, wie ihn am Anfange der vierziger Jahre die Wagenbau-Anstalt der Leipzig-Dresdener Eisenbahn-Compagnie für viele deutsche Bahnen lieferte, zeigt Fig. 198, wobei jedoch die Gelegenheit

Fig.



benutzt werden mag, auf das hierbei angewandte Rad- und Feder-System etwas näher einzugehen.

Was zuerst die eigenthümlichen Räder betrifft, welche wie die Losh-Räder, mit Ausnahme der Naben, ganz aus Schmiedeeisen bestehen, so sind diese unter dem Namen: „Haddan's Patent-Räder [2]) bekannt, wurden aber gleich anfänglich als eine schlechte Modification der Losh-Räder bezeichnet [3]).

1) Lesenswerth ist ein Aufsatz des Obermaschinenmeisters Wöhler (Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn) in der Eisenbahnzeitung vom 19. December 1847, S. 424, welcher die Ueberschrift trägt: „Beitrag zur Beantwortung der Frage, ob es zweckmässiger ist, vier-, sechs- oder achträdrige Wagen auf Eisenbahn anzuwenden.“ Der als tüchtiger Eisenbahn-Maschinen-Ingenieur bekannte Verfasser spricht sich gegen sechsrädrige Personenwagen aus und giebt den vierrädrigen oder achträdrigen (amerikanischen) den Vorzug.

2) Patent Specification 1839, Nr. 8243.

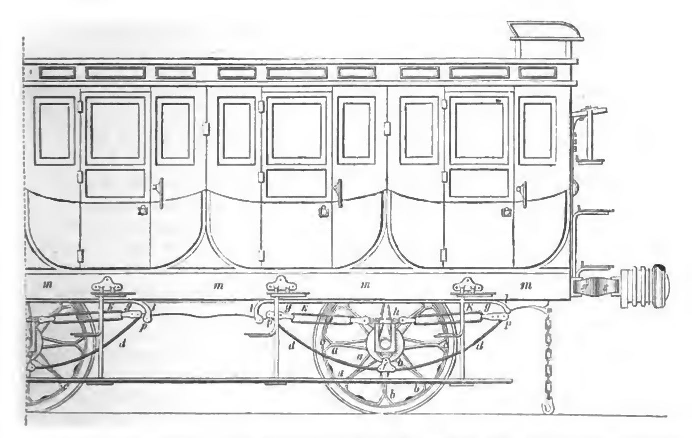
3) Heusinger, Organ, Bd. 3 (1848), S. 154, 160 u. 165. Drei Aufsätze,

Die Speichen bilden hier fünfseitige unregelmässige Polygone *aaa, bbb*, deren spitzer Winkel der Nabe zugekehrt und wovon die betreffenden (nach dem Centrum hin verlängerten) Enden mit der Nabe zusammengegossen sind. Haddan selbst setzte die Zahl dieser Polygone, bei den gebräuchlichen Raddurchmessern der Eisenbahnfuhrwerke, auf 8 fest.

Durch diese Construction glaubte Haddan, bei gleichem, oder bei dem möglichst geringen Gewichte, eine erhöhtere Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit, sowie grosse Elasticität, endlich auch eine vortheilhafte Herstellungsweise zu erreichen.

Leider hat sich von allen diesen sogenannten Verbesserungen

198.



keine bewährt. Die Speichen behielten vor Allem ihre ursprüngliche Gestalt nicht lange, rundeten sich namentlich an den Stellen *cc* aus und veranlassten dadurch ein Loswerden der Reifen [1]). Durch ein Auskeilen der dreieckigen Oeffnungen bei *cc* mit hartem

---

welche Beschreibung der (damaligen) schmiedeeisernen Räder bei Eisenbahnfuhrwerken, deren Fabrikation und gesammelte Erfahrungen über Haltbarkeit, Brauchbarkeit u. s. w. enthalten. Die beiden letztbezeichneten Aufsätze sind mit Abbildungen begleitet.

1) Dahlhaus, in Klein's Eisenbahnzeitung Jahrgang 1846, S. 97 kommt beim Kritisiren der Haddan'schen, Losh- und anderen Eisenbahnwagenräder zu dem Schlusse, dass alle Constructionen, welche mehr oder weniger elastische Räder für Eisenbahnzwecke im Auge haben, als unzweckmässig zu verwerfen sind.

Holze oder eisernen Keilen konnte man diesem Uebelstande zwar temporär begegnen, jedoch solchen keineswegs gründlich beseitigen.

Ungeachtet solcher Mängel haben Haddan's Räder seiner Zeit in England und selbst auf dem Continente, bei der Paris-Orleans-Bahn, bei der französischen Nordbahn, bei den hannoverschen Bahnen, bei der Berlin-Potsdam-Magdeburger Bahn etc., eine ziemliche Verbreitung gefunden, verschwinden jedoch immer mehr und gehören eigentlich jetzt der Geschichte an [1]).

Um bei den Leipziger Wagen den kolossalen äussersten Achsenstand von 21 Fuss ($10\frac{1}{2}$ Fuss von Achse zu Achse) beim Durchfahren von Curven weniger nachtheilig zu machen, hatte man die Räder paarweise von einander unabhängig angeordnet und für die Mittelachse den Büchsen in den Achsenhaltern so viel Spielraum gegeben, dass eine der Bahnkrümmung entsprechende, seitliche Verschiebung eintreten konnte. Die zweite Eigenthümlichkeit unseres Eisenbahnpersonenwagens Fig. 198 sind die Bogenfedern des Engländers Bridges-Adams [2]).

Es bestehen diese Federn zunächst aus zwei, 8 bis 9 Zoll breiten Stahlblättern *dd*, welche an ihren Enden umgerollt sind, um sie vermittelst starker Bolzen in die schmiedeeisernen Bügel *gg* einhängen zu können. Der untere Bügel *f* hängt in dem Tragbügel *i*, welcher mit zwei langen Zapfen gabelartig durch die gusseisernen Schmierbüchsen nach den breiten Spannringen *h* geht und horizontal auf die Schmierbüchse aufgeschraubt wird. An den beiden Enden der Spannringe *h* sind kleinere Bügel befestigt, durch welche die beiden Spannketten *k* laufen und mit dem oberen Hängebügel *g* verbunden werden. An der einen Seite der Feder wird der Bügel *g* mit den Tragstützen oder Hängetaschen *ll* (am Gestelllangträger *m*) durch einen Bolzen direct verbunden, während dies auf der anderen Seite, vermittelst eines eisernen Zwischenringes *p* geschieht. Durch diese Längenverbindung der Spannketten-Gelenke wollte man zugleich die Achsen in ihrer parallelen Stellung zu einander erhalten und die Achshalter entbehrlich machen. Auch die Bufferfedern *zz* waren von ähnlicher Gestalt wie die Wagenfedern *dd*.

Noch im Jahre 1844 betrachtete man diese Bogenfedern mehrfach als eine der wichtigsten Verbesserungen im Baue der

---

1) Ueber noch andere, jetzt gleichfalls der Geschichte verfallene Eisenbahn-Wagenräder erhält man Auskunft in Heusinger's Organ Bd. 3 (1848), S. 158 bis 165, woselbst der betreffende Aufsatz die Ueberschrift trägt: „Beschreibung der bei Eisenbahnwagen in Anwendung gekommenen, schmiedeeisernen Räder" u. s. w. Seiner Zeit wurden sogar Einbahnwagenräder mit hölzernen Speichen und Felgen in Anwendung gebracht. Man sehe hierüber Prof. Schneider's Abhandlung in Heeren u. Karmarsch, Polyt. Mittheilungen, Bd. 2 (1846), S. 85.

2) Patent Specification Nr. 8197 (1839) und 8756 (1840). Reifert in Heusinger's Organ Bd. 2 (1847), S. 10: „Mittheilungen über Adams'sche Bogenfedern."

Eisenbahnwagen[1]), welche nicht nur den Vorzug einer ausserordentlich sanften Bewegung der Wagen auf der Bahn gewährten, sondern auch in Folge ihrer Aufhängung die Fähigkeit besässen, Seitenbewegungen anzunehmen und den Rädern gestatteten, Bahnkrümmungen mit grösserer Leichtigkeit folgen zu können.

Leider haben sich alle diese Erwartungen entweder nur theilweise oder gar nicht bestätigt, vielmehr hat man allerlei Uebel der Bogenfedern in Erfahrung bringen müssen. Abgesehen von ihrer Kostspieligkeit, zeigte sich bald, dass sie nicht die erforderliche Festigkeit besassen und bei vorkommenden Brüchen sehr gefährlich werden konnten; ferner erzeugten sie viel zu grosse Verticalschwingungen, so dass zuweilen in den Coupés sitzende Personen von einer Art Seekrankheit befallen wurden. Allerlei Bemühungen, diese Uebel zu beseitigen, haben nicht den erforderlichen Erfolg gehabt[2]), so dass in der Neuzeit diese Adams'schen Bogenfedern gänzlich verschwunden sind.

Trotz alledem ist das Princip der Bogenfedern nicht ohne nutzbare Einwirkung auf alle Wagenfederarten gewesen, wohin namentlich die Vervollkommnung der parabolischen Blattfedern durch bessere Dimensionen, Aufhängen derselben in besonders eingeschalteten Kettengliedern an den Enden *aa* Fig. 199[3]) gehört. Bei den dreiachsigen Wagen wird durch diese Anordnung eine seitliche Verschiebung der Mittelräder (von etwa 3/4 Zoll an jeder Seite) ohne Nachtheil möglich gemacht.

In Bezug anf Fig. 199 ist noch auf den Umstand aufmerksam zu machen, dass die Federn unter den Achsbüchsen *bb* und nicht, wie bei den S. 201 bis 212 besprochenen Wagen, darüber liegen und an letzteren aufgehangen sind. Hierdurch will man bei gleicher Radhöhe die Wagenkasten niedriger bringen und das Einsteigen (ohne Perron) erleichtern, wodurch freilich anderseits der Uebelstand herbeigeführt wird, dass die Radscheitel durch die Coupé-Fussböden treten, was für die in den Wagen sitzenden Personen zuweilen recht unangenehm werden kann. Als tadelnswerth bei den citirten Wagen (der Great-Western-Bahn zur Zeit ihrer Eröffnung 1840 angehörig) muss ferner

---

1) Rössler, Notitzen über Locomotiven und Personenwagen auf einigen sächsischen, preussischen, braunschweigischen und hannoverschen Eisenbahnen. Verhandlungen des Gewerbevereins für das Grossherzogthum Hessen 1844, S. 86 u. s. w.

2) Mittheilungen über Adams'sche Bogenfedern vom Wagenfabrikanten Reifert in Bockenheim bei Frankfurt a. M.: Heusinger, Organ, Bd. 2 (1847) S. 19 bis 27. Erhardt, Verbesserungen an den Adams'schen Bogenfedern zur Verhinderung ihres Zerspringens. Ebendaselbst Bd. 3 (1848), S. 23 u. s. w.

3) Whishaw, The Railways of Great Britain and Ireland, London 1842 p. 153 u. 10.

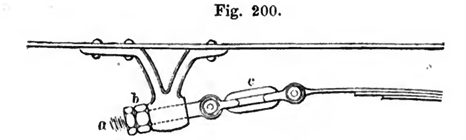
noch der Mangel durchgehender Trittbretter (statt der hier vorhandenen Einzel-Tritte *ff*) bezeichnet werden, da letztere sowohl unbequem für das Zugbedienungsperonal sind, als gefährlich für die einsteigenden Personen werden können.

Fig. 199.

Noch mehr vervollkommnet wurde später das Aufhängen der Wagen dadurch, dass man die Enden der Federn mit Stellschrauben *a* und Gegenmuttern *b* unter Einschaltung des bereits erwähnten Gehängegliedes *cc* in Verbindung brachte, wie dies Fig. 200 zeigt, wodurch man in den Stand gesetzt wurde, der wichtigen Regel zu entsprechen, dass bei dreiachsigen Personenwagen die mittlere Tragfeder an jeder Seite biegsamer sein muss und deshalb nicht so stark angespannt und belastet werden darf, als die Federn der beiden Endachsen [1]).

1) Aus welcher Zeit die Aufhängung der Tragfedern mit stellbaren Enden stammt, hat der Verfasser nicht genau ermitteln können. Abbildungen finden sich erst gegen das Ende der vierziger Jahre. Beispielsweise im zweiten Bande (1847) des Heusinger-schen Organs, Seite 151. Man sehe deshalb auch die (1848 geschriebene) Abhandlung des Herrn v. Weber, Ueber die Personenwagen der Chemnitz-Risaer Eisenbahn, in Bornemann's Civil-Ingenieur, Bd. 2 (1850), S. 229 u. s. w.

Fig. 200.



Nach Wissen des Verfassers fing man gegen Ende der vierziger Jahre an sogenannte Schneckenfedern (Spiralfedern mit rechteckigem Blattquerschnitt) und zwar vorzugsweise zu Stoss- und Zugfedern, bei den Buffern und Zughaken zu verwenden [1]).

In Deutschland sind derartige Federn unter dem Namen Baillie-Federn [2]) bekannt und wurden als solche wahrscheinlich zuerst bei der österr. Kaiser-Ferdinands-Nordbahn eingeführt [3]).

Fig. 201. Fig. 202.

Fig. 201 und 202 zeigen (in $^1/_8$ wirklicher Grösse) Baillie-Federn, beziehungsweise in der äusseren Ansicht und im Durchschnitte, während Fig. 203 (in kleinerem Maassstabe) deren Verbindung mit den Buffern *cc* und *dd*, sowie mit den Zughaken *bf* erkennen lässt. In unserem speciellen Falle (bei einem vierrädrigen Personenwagen der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn) bestand die spiralförmig gewundene Federplatte *aa* aus

---

Construction von Federtaschen zum Aufhängen der Blattfedern u. s. w. v. Weber schaltete zwischen den Federenden und den Stellschrauben ein Kettenglied ein, liess auch die Achsgabeln weg und rühmt die stätigen, angenehmen und sanften Oscillationen der Wagenkasten u. s. w. Eine später vom französischen Eisenbahn-Ingenieur Lechatelier veröffentlichte Arbeit belehrt über die verschiedenen bis 1850 zur Anwendung gekommenen Tragfedern der Eisenbahnfuhrwerke eben so rationell wie ausführlich. Dieselbe findet sich abgedruckt in dem Bulletin de la société d'encouragement 1850, p. 592. In Deutschland hat sich um die Theorie der Schneckenfedern Professor Reuleaux sehr verdient gemacht. Man sehe hierüber dessen Abhandlung: Ueber die Festigkeit und Elasticität einiger Federarten, in der Schweizerischen polytechnischen Zeitschrift Bd. 2 (1857), S. 64 u. 73.

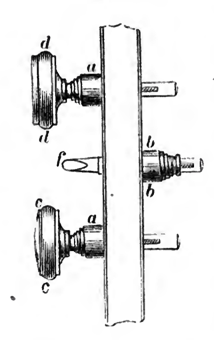
1) W. A. Adams bei Gelegenheit eines Vortrags (am 23. Januar 1850) in der Versammlung der Institution of Mechanical Engineers (Birmingham), wobei er ausführlich die bis dahin bei Eisenbahnfahrzeugen angewandten Trag-Buffer- und Zugfedern erörtert, gedenkt nur (a. a. O. p. 29) Brown's Conical-Spiral-Spring-Buffer aus $^5/_8$ Zoll dickem Stahldrahte, ohne solche aus Stahlblättern mit rechteckigem Querschnitte auch nur zu erwähnen. Adams Abhandlung findet sich auch ins Deutsche übertragen im polyt. Centralblatte, Jahrgang 1850, S. 1239.

2) Der k. k. österr. Eisenbahninspector Baillie erhielt auf die Schneckenfedern mit rechteckigem Blattquerschnitt im Anfange der vierziger Jahre (1845?) ein Patent für den Umfang des österreichischen Staates.

3) Heusinger, Organ, Bd. 5 (1850), S. 42 und polyt. Centralblatt, Jahrgang 1850, S. 1238.

Stahlblech von 5 Zoll Breite und $^3/_8$ Zoll Dicke, war lose über die Stange der Buffer *c* und *d*, sowie über die des Zughakens *f* geschoben und am Ende dieser Stangen durch flache Schliessen an den betreffenden Stellen gehalten [1]).

Fig. 203.



Ausdrücklich hervorgehoben wird in unserer Quelle, dass sich derartige Federn durch grosse Leichtigkeit und Widerstandsfähigkeit, sowie durch schönes Spiel auszeichnen, abgesehen davon, dass ihre Herstellung als einfach und wohlfeil bezeichnet wird.

Nach glaubwürdigen Angaben [2]) waren bereits 1850 Baillie'sche Federn bei der Wien-Gloggnitzer, und bei der Ferdinands-Nordbahn an 268 Personen- und Güterwagen und bei der ungarischen Centraleisenbahn an 209 Güter- und Personenwagen, theils als Buffer und Zugfedern, theils als Tragfedern vorhanden, und hatten die meisten nach zweijährigem Gebrauche nicht die mindesten Reparaturen erfordert, überhaupt sich ausserordentlich gut bewährt.

Ein Hauptvorzug der Baillie'schen Federn vor den gewöhnlichen Blattfedern ist unstreitig ihre geringe Raumerforderniss, was jedoch minder der Fall ist, wenn man sie (wie vorher erwähnt) als Tragfedern in Anwendung bringt, wozu man übrigens wenigstens zwei derselben (vertical gestellt) symmetrisch zu beiden Seiten der Achsbüchse aufstellen muss und dadurch die gerühmte Einfachheit beeinträchtigt. Dass die Verwendung der Baillie'schen Federn zu Buffer- und Zug-Apparaten weniger allgemein geworden ist, hat wohl seinen Grund einerseits darin, dass sie in der Regel, bei ihrem verhältnissmässig geringen Gewichte, auch eine entsprechend geringe mechanische widerstehende Arbeit leisten, ferner wenig Weg haben, wenn ihre widerstehende Kraft gross genommen wird, und letzterem gemäss bei sehr starken Stössen oder bei heftigen Zügen leicht aufsitzen, d. h., der Construction zufolge, bei einer bestimmt begrenzten Zusammendrückung ihre

---

1) Heusinger's Organ a. a. O., S. 45.

2) Schlarbaum, Ueber Baillie's Patent-Schneckenfedern für Eisenbahnwagen, Dingler's polyt. Journ. Bd. 116, S. 86, sowie im Polyt. Centralblatte, Jahrgang 1850, S. 1298, endlich auch Heusinger's Organ Bd. 5 (1850), S. 130.

Federwirkung ganz verlieren; andererseits liegt vielleicht die beschränkte Verwendung in der Concurrenz, welche in derselben Zeit die Benutzung des vulcanisirten Kautschuks (Gummis) zu verursachen begonnen hatte, wobei zugleich das erwähnte Aufsitzen nicht stattfindet [1]).

Auf die specielle Anordnung der Gummi-Buffer und Gummi-Zugvorrichtungen kommen wir später, beim Besprechen der Eisenbahnfuhrwerke der Gegenwart, zurück.

In Bezug vorstehender Fig. 203 ist noch auf den Umstand aufmerksam zu machen, dass von den beiden aufgeschraubten Holzscheiben als Stossempfänger die eine *c* an der Stossfläche abgerundet, die andere *d* aber völlig eben gearbeitet ist. Wechselt man nun bei den nächstfolgenden oder vorhergehenden Wagen mit diesen Stossflächen, so trifft nur immer eine runde Fläche mit einer ebenen zusammen. Hierdurch wird der Uebelstand beseitigt, dass, wenn zwei runde Buffer auf einander stossen, dies namentlich in der Curve, fast niemals central geschieht und dadurch eine Seitenpressung verursacht wird.

Schliesslich werde noch auf einen nicht unwichtigen, bisher unerörtert gelassenen Mechanismus, nämlich auf die sogenannte Patent-Kuppelkette aufmerksam gemacht, womit man bereits Ende der dreissiger Jahre [2]) je zwei zusammengehörige Wagen desselben Zuges in Verbindung setzte.

Wie Fig. 204 erkennen lässt, besteht diese Kuppelung aus zwei länglichen Gehängen oder Bügeln (Kettengliedern) *aa*, die zwischen ihren Enden um Zapfen drehbare Muttern *bb* fassen und zu welchen eine und dieselbe Schraubenspindel *cd*, jedoch mit beziehungsweise rechtem und linkem Gewinde gehört. Mittelst eines Hebels *f*, der durch das Gewicht einer Kugel zum Herabhängen nach unten gezwungen wird, lässt sich die Schraubenspindel entsprechend drehen und damit diejenige Entfernung beider Kettenbügel *aa* erzeugen, welche nach Einhängen der letzteren, zwischen je zwei zusammengehörigen Wagen eines Zuges, vorhanden sein muss. Die Gestalt der Haken an jedem der Wagen, zum Einhängen der Kuppelung, erhellt aus den Figuren 205 und 206. Für den Fall eines Bruches oder Risses dieser Kuppelung sind

---

1) Eisenbahnwagen-Buffer aus vulcanisirtem Kautschuk dürften zuerst in England und zwar in den Jahren 1847 oder 1848 in Gebrauch gekommen sein, da mindestens bei Gelegenheit des S. 219 (Note 1) erwähnten Adams'schen Vortrages am 23. Januar 1850 in der Versammlung der Inst. of Mechanical Engineers (a. a. O. p. 30) die Bemerkung gemacht wurde, dass zu dieser Zeit ein Herr De Bergue bereits über 100000 Gummiringe für Buffer und Zughakenkissen abgeliefert habe, und mehrere derselben zwei bis drei Jahr benutzt worden wären. Die betreffende, auf Charles de Bergue ausgestellte, Patent-Specification, Nr. 11815, datirt vom Jahre 1847. Eine Abbildung von De Bergue's „India-Rubber-Buffer" enthält unsere Quelle (Plate 7, Fig. 13) mit dem Datum 24. April 1850

2) Perdonnet et Polonceau, Portefeuille, Paris 1843 bis 1846.

sogenannte Nothketten (*k* Fig. 199) vorhanden, welche im ordnungsmässigen Zustande der Wagenverbindung schlaff herabhängen, jedoch im gedachten Falle der Noth in Anspruch genommen werden.

Fig. 204.

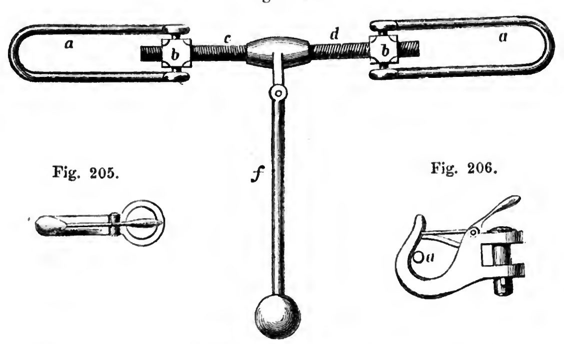


Fig. 205.

Fig. 206.

Unter den mancherlei Vorschlägen zur Verbesserung dieser Schraubenkuppelung, die bis zu Anfang der fünfziger Jahre gemacht wurden, verdient allermeist die des Engländers Wright hervorgehoben zu werden [1]). Es besteht dieselbe darin, zwischen den beiden Gehängebügeln eine starke cylindrische Spiralfeder in geeigneter Weise einzuschalten, welche bei allen gewöhnlichen Kuppelungen angebracht werden kann und wodurch ganz besonders die zuweilen höchst unangenehmen und nachtheiligen Stösse vermindert werden können, welche bei der Abfahrt oder beim Anhalten eines Zuges (leider noch jetzt oft genug) das fahrende Publicum belästigen.

§. 14.

Fortsetzung.

Bremsen.

Zu den im Vorstehenden nur vorübergehend gedachten Organen der Eisenbahnfuhrwerke, welchen eine bestimmte Wichtigkeit gebührt und demgemäss eine hervorragende Stellung in der Geschichte nicht abgesprochen werden kann, gehören die Bremsen, d. h. diejenigen Mechanismen, durch welche die Geschwindigkeit eines Eisenbahnzuges regulirt oder dessen ganze Bewegung vernichtet werden soll.

---

1) Heusinger, Organ, Bd. 4 (1849), S. 114, Taf. 16.

Nachdem die bereits Seite 201 u. 203 (Fig. 186 u. 188) besprochenen einfachen Hebelanordnungen zum Anziehen und Lösen der gegen die Radumfänge wirkenden Bremsen sich zu wenig effectvoll gezeigt und die mit Kurbel und zwischengeschalteten Zahnrädern (Seite 212, Fig. 196 und 197) sich als zerbrechlich herausgestellt hatten, gelangte man bereits gegen das Ende der dreissiger Jahre zu der aus Schraube und Kniehebel combinirten Construction, Fig. 207 und 208, welche, der Hauptsache nach, noch gegenwärtig verwendet wird [1]). Die Anordnung dieser Bremse ist folgende:

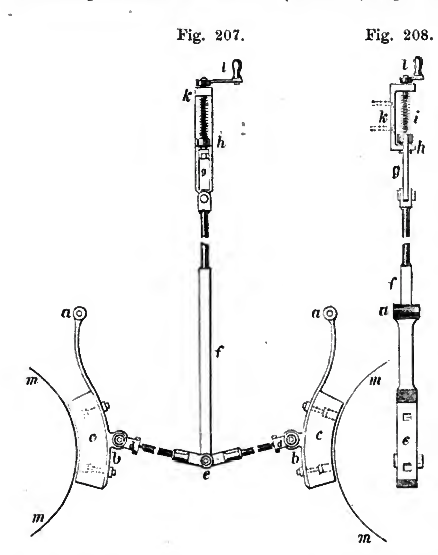


Fig. 207. Fig. 208.

An den Langträgern des Wagenkastens hat man die etwas gekrümmten eisernen Gehänge *aa* befestigt, an welche unten bei *bb* die hölzernen Bremsbacken *cc* angeschraubt sind. Letztere bilden hiernach Pendel, deren Aufhängepunkte sich in *a* befinden. Auf der Rückseite der Eisen *bb* und in der Mitte der Bremsbackenlänge sind Oesen *d* aufgeschweisst, welche mit den Druckstangen *de* in Verbindung stehen, die bei *e* ein Knie bilden und hier in Gemeinschaft mit der verticalen Zugstange *f* durch einen Bolzen vereinigt sind.

Das obere Ende dieser Stange *f* steht durch ein Gelenk mit dem Bügel *g* in Verbindung, dessen oberer Theil (die Kappe) *h* eine Mutter ist, zu welcher die flachgängige Schraube *i* gehört.

Die Schraube *i* (Fig. 208) ist in einer Art Zwinge *k* von Schmiedeeisen (gewöhnlich nahe dem Wagenverdeck, wie aus Fig. 196 erhellt) befestigt und enthält über derselben die bekannte Kurbel *l*, mittelst welcher der Druck des Bremsers auf die Backen *cc* in geeigneter Weise übergetragen werden kann.

Bei derartigen Bremsen entsteht offenbar ein Bestreben, die

1) Armengaud, L'Industrie des chemins de fer, Paris 1839, p. 137, Pl. 37. Ferner: Hülsse's Allgemeine Maschinen-Encyklopädie, der von Schwammkrug in Freiburg verfasste, und mit vielen praktischen Beispielen und Berechnungen begleitete Artikel „Brems," Bd. 2, S. 541.

Räder von einander zu entfernen und folglich den Parallelismus der Achsen nachtheilig zu ändern. Man war daher zeitig bemüht, die Construction so anzuordnen, dass an jeder Radseite ein Bremsbacken zur Wirkung kam, oder jedes Rad gleichzeitig von zwei Seiten gebremst wurde. Nach Wissen des Verfassers haben derartige Bremsen zuerst Sharp und Roberts (von C. Beyer construirt) in Manchester bei ihren Tendern (Munitionswagen der Locomotiven)[1]) in Anwendung gebracht.

Um Verbesserung dieser Bremsen haben sich unter Andern in Deutschland (1848) von Weber[2]) und (1849) Heusinger von Waldegg verdient gemacht. Ersterer hing die Bremsklötze nicht an den Wagen, sondern an den Achsbüchsen auf[3]), wodurch er sowohl das zangenartige Umschliessen der Räder durch die Klötze und das damit zusammenhängende Paralysiren des Federspieles, als auch die Erschütterungen beim Bremsen verhindern wollte.

Heusinger[4]) hing die Bremsklötze in der Mitte um einen Bolzen beweglich auf, um dadurch ein vollkommeneres Anlegen der Backen bei jeder Belastung zu bewirken, auch vereinfachte er die Bewegungsmechanismen und suchte eine schnelle und kräftige Wirkung herbeizuführen.

In England machten sich besonders (1842) Lee[5]) und (1847) Adams[6]) um die Verbesserung der Eisenbahnfuhrwerk-Bremsen verdient.

Lee wollte den Hauptfehler der damaligen Bremsen, nämlich die verhältnissmässig zu geringe Reibungsfläche und deren Folge,

---

1) Leblanc, Recueil etc., 3. Part., Pl. 35. In Armengaud's Werke, L'Industrie des chemins de fer, welches 1839 erschien, finden sich in den Abbildungen nur einseitig wirkende Bremsen. Perdonnet in seinem Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 2, p. 624, bezeichnet diese Bremsen als „die alten der Paris-Versailler Bahn" (linkes Ufer).

2) Bornemann's Zeitschrift „Der Ingenieur", Bd. 2 (1850), S. 129.

3) In Frankreich sind Bremsen mit an den Achsbüchsen aufgehangenen Klötzen, namentlich an der Orleansbahn, der Westbahn u. A. allgemein in Anwendung gekommen. Perdonnet in seinem Traité élémentaire etc. berichtet hierüber Tome 2, p. 622 und fügt den Beschreibungen auch Abbildungen bei.

4) Organ, Bd. 4 (1849), S. 96.

5) Eisenbahnzeitung vom 22. März 1846, S. 103.

6) Institution of Mechanical Engineers, Proceedings 1852, p. 21. Auch Lee's Bremse wird hier (p. 21) erwähnt und deren Einführung mit der Jahreszahl 1842 bezeichnet.

d. i. ein starkes Abnutzen der Radbandagen, beseitigen und construirte demgemäss eine Bremse, welche nicht allein gegen den Umfang der Räder, sondern auch gleichzeitig gegen die Bahnschienen wirkte. Seiner Zeit wurde diese Bremse sehr gelobt (!)[1].

Adams bemühte sich, die Backenbremsen gänzlich durch zwischen den Rädern aufgehangene Schlitten zu ersetzen, um dadurch namentlich die grosse Abnutzung der Radbandagen zu beseitigen.

Schlittenbremsen führen aber so wesentliche Nachtheile mit sich, dass deren Verwendung nirgends eine allgemeine geworden ist. Einerseits werden durch das Pressen der Holzkufen gegen die Bahnschienenköpfe die Räder mehr oder weniger gehoben und damit das Aus-dem-Gleise-Kommen der Wagen befördert; andererseits wird ihr Gebrauch durch die bei den Bahnen unvermeidlichen Weichen sehr beschränkt. Ausnahmen in letzterer Beziehung machen zuweilen (gerade) Bahnstrecken von ungewöhnlicher Steigung, wobei man lediglich für die Stellen der schiefen Ebenen Schlittenbremsen in Anwendung bringt. Bemerkenswerthe derartige Beispiele waren seiner Zeit die schiefen Ebenen bei Aachen und Lüttich, wo man Schlittenbremsen zur Mässigung der Geschwindigkeit herabfahrender Eisenbahnzüge benutzte. Man bediente sich hierzu besonderer Bremswagen, nach Laignel's System[2]), welche den Haupttheilen nach so angeordnet waren, wie die Fig. 209 und 210 erkennen lassen.

Die Schleife oder den Schlitten b bildet ein Stück Holz von 1,2 Meter Länge, 0,12 Meter Breite und 0,27 Meter Höhe, dessen untere Fläche mit Eisen c beschlagen, wovon der verticale Querschnitt dem einer Radbandage gleich kommt.

Die Bremsschlitten hängen an Rundeisenstangen h, und diese wieder an ungleicharmigen Hebeln gi, deren Enden mit einer beweglichen Mutter f in Verbindung gebracht sind. Zu dieser Mutter gehört die Schraube e, welche von einer Kurbel d in Umdrehung versetzt werden kann, während man gleichzeitig die fortschreitende Bewegung der Spindel e durch geeignete Lagerung derselben im Kopfe der hohlen Säule k verhindert.

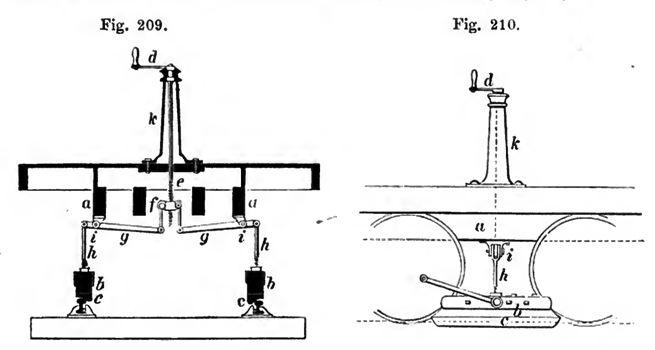
---

1) Eisenbahnzeitung a. a. O. S. 104. Streng genommen wäre hier die Stelle gewesen, die sogenannten Keilbremsen zu besprechen. Da indessen deren Anwendung zeither nur eine ganz vereinzelte geblieben ist, verweist der Verfasser auf Herrn Meyer's Artikel „Keilbremsen" in Heusinger's Handbuche, Bd. II, S. 240, §. 15.

2) Bulletin de la société d'encouragement, 46. année (1847), p. 404, Pl. 1034 und Heusinger's Organ Bd. 3 (1848), S. 52.

Ein ganzer Bremswagen, mit der beschriebenen Construction ausgestattet, wiegt, an der Lütticher schiefen Ebene, 8000 Kilogramm, wobei er 6 Meter lang ist. Anfänglich wendete man vierrädrige Bremswagen an, die man jedoch bald durch sechsrädrige (mit vier Bremsschlitten) ersetzte, weil sich erstere, wenn sie auf ihren zwei Schlittenkufen ruhten, nicht stabil genug zeigten.

Fig. 209. Fig. 210.



Schnellwirkende Schlittenbremsen, ohne jede Schraubenbewegung, von Didier, hat man später bei den Güterwagen der französischen Nordbahn einzuführen gesucht [1]), wahrscheinlich aber auch ohne besonderen Erfolg, da auch bei diesen die bereits oben gerügten Uebel derartiger Bremsen nicht beseitigt waren.

Schnellwirkende Radbackenbremsen, wobei ein auszulösendes Gegengewicht die rasche Thätigkeit herbeiführt und der Bremser höchstens nur eine Umdrehung an der Handkurbel zu machen hat, scheinen wiederholt für die französische Nordbahn von deren Ober-Ingenieur Bricogne [2]) und zwar in mehreren Varietäten construirt worden zu sein. Allgemeinere Verwendung dieser Bremsen sind dem Verfasser ebenfalls nicht bekannt.

Radbremsen mit Gegengewichten als wirkende Kraft, brachte bereits 1847 der Maschinenmeister Exter [3]) bei der bayerischen Staatsbahn in Anwendung. Dabei war zugleich eine solche Anordnung getroffen, dass ein gleichzeitiges Anziehen und Lösen

1) Bulletin de la société d'encouragement 1860, p. 269 und daraus Polytechnisches Centralblatt Jahrgang 1860, S. 1225. (In beiden Quellen mit Abbildungen.)

2) Perdonnet, Traité élémentaire etc. Tome 2, p. 623 bis 628 (mit Abbildungen begleitet).

3) Eisenbahnzeitung vom 24. Januar 1848, Seite 26 (mit einer Tafel Abbildungen).

sämmtlicher Bremsen eines und desselben Wagenzuges erreicht wurde.

Im Wesentlichen besteht der Exter'sche Bremsmechanismus[1]) in der einfachen Combination der gewöhnlichen Rad-Hebelbremsen mit Rollen- oder Flaschenzügen. Die an den Wagen angebrachten Bremshebel sind nämlich an ihrem, bis über das Wagendach ragenden Ende mit Rollen, und die Wagen selbst mit anderen horizontal auf dem Dache angebrachten Rollen versehen. Ueber beide Rollenarten ist ein Seil oder eine Kette geschlungen, wovon man das eine Ende am Wagendache befestigt hat, während sich das andere Ende auf einer horizontal auf demselben Dache gelagerten (in Zapfen drehbaren) Welle aufwickelt, sobald ein an dieser Welle mittelst Schnur aufgehangenes Gewicht seine Wirkung bethätigen kann. Die durch letzteres Gewicht dem Seile oder der Kette mitgetheilte Spannung wirkt auf sämmtliche Bremshebel gleichzeitig, verhältnissmässig rasch und mit einer durch den Rollenzug vervielfachten Kraft.

Gleiche Zwecke wie Exter verfolgte, von 1853 ab, der englische Ingenieur James Newall in Bury[2]), der horizontal liegende in Röhren auf den Wagendächern fortlaufende Wellen anordnete, die durch Hook'sche Gelenke mit einander elastisch verkuppelt waren. An den Enden einer oder mehrerer dieser Wellen sassen kleine Zahngetriebe, die in grössere Zahnräder fassten, auf deren Achsen wieder andere Zahngetriebe befestigt waren, welche in vertical gerichtete Zahnstangenpaare griffen, die bei ihrer Bewegung auf das Spannen oder Nachlassen einer starken Spiralfeder wirkten. Diese Spiralfeder war mit dem einen Ende eines langen Bremshebels in Verbindung gebracht, dessen kürzere Arme direct auf die Radbremsbacken wirkten. Zur Feststellung der Anordnung in irgend einer Lage diente ein in das Räderwerk einzulegender Hemmhaken. Für den normalen Zustand wurde die Feder so stark gespannt, dass nur ein Ausheben des Hemmhakens erforderlich war, um das Räderwerk zurückzutreiben, den gedachten Bremshebel herabzudrücken und das Bremsen zu bewirken, wobei natürlich das Gestänge- und Hebelgewicht zu Hülfe kam.

Ungeachtet der, u. A. durch die Times vom 9. November 1853, mit vielem Lärm bekannt gemachten Resultate sehr günstiger mit Newall's Bremse auf der East-Lancashire Eisenbahn angestellter

1) Als noch existirend besprochen (und ebenfalls mit Abbildungen begleitet) in v. Heusinger's Handbuche für specielle Eisenbahn-Technik. Zweiter Band (Ausgabe von 1870), S. 247.

2) Institution of Mechanical Engineers, Proceedings 1853, p. 156, Pl. 39 und das vorher citirte v. Heusinger'sche Handbuch, Bd. 2. S. 247, §. 22.

Versuche [1]), sowie trotz der Bemühungen William Fairbairn's [2]) in England, ferner des österreichischen Ingenieurs Landauer [3]) und der nachher von Perdonnet beschriebenen und belobten Verbesserungen dieser Bremse [4]), hat man sie ebenfalls zu einer allgemeineren Anwendung nicht bringen können.

Erwähnt zu werden verdienen noch die aus den Jahren 1855 und 1856 stammenden, gekuppelten, schnellwirkenden Bremsen von Mayer (Amerika) und von Heberlein (Oesterreich), welche auf dem Princip beruhen, die Hemmung in sehr kurzer Zeit durch die lebendige Kraft des in Bewegung befindlichen Zuges selbst zu bewirken. Diese Anordnung bedingt leider eine ziemlich complicirte Combination beweglicher Rollen, Ketten u. s. w. Näheres in der unten genannten Quelle [5]).

Ueber pneumatische Bremsen, wobei comprimirte Luft in geeigneter Weise benutzt wird, welche schon im Jahre 1854 von Andraud [6]) in Vorschlag gebracht und auch ausgeführt worden, wird später ausführlich berichtet.

Ungewöhnlich rasch wirkende Bremsen hat in der Mitte der fünfziger Jahre (1856) der französische Ingenieur Achard [7]) zu construiren begonnen, indem er Elektromagnete benutzt, welche Kettenscheiben mit einer der Radachsen verkuppeln und sodann die Umdrehkraft der Räder zum Aufwickeln von Ketten verwendet, die mit den Bremsbacken in Verbindung stehen. Leider haben auch die neuesten Bemühungen Achard's [8]) gezeigt, dass derartige Apparate für die Praxis zu complicirt und zu wenig zuverlässig sind, von dem Kostenpunkte noch ganz abgesehen.

Nachdem der vom Standpunkte der rationellen Mechanik längst bekannte Satz — dass ein mit noch so grosser Kraft gebremster Wagenzug unter keinerlei Umständen plötzlich zum Stillstande kommen kann, vielmehr stets noch eine, wenn auch kurze Zeit, mit abnehmender Geschwindigkeit fortläuft — sich auch bei allen versuchten Bremsconstructionen als wahr herausgestellt hatte, bemühte man sich mindestens sogenannte selbstwirkende,

---

1) Heusinger, Organ, Bd. 9 (1854), S. 78.

2) Institution etc. p. 160 etc.

3) Heusinger, Organ, Bd. 9 (1854), S. 154, mit Abbildungen auf Blatt 17.

4) Traité élémentaire etc., Tome 2, p. 630.

5) Heusinger, Handbuch, Bd. 2 (1870), S. 248.

6) Eisenbahnzeitung 1854, S. 23.

7) Polytechnisches Centralblatt, Jahrg. 1856, S. 18.

8) Heusinger's Organ, neue Folge, Bd. 3 (1866), S. 212, ferner Perdonnet's Traité élémentaire, Vol. 3, p. 563 u. 567 und Heusinger's Handbuch, Bd. II (1870), S. 250.

d. h. solche Bremsen herzustellen, welche von der Bedienung durch Menschenhände ganz unabhängig sind.

Die erste derartige dem Verfasser bekannt gewordene und beachtenswerthe Eisenbahnwagenbremse datirt vom Jahre 1842 und wurde von dem englischen Ingenieur Bunnett construirt[1]).

Mit den Bufferstangen verband Bunnett die einen Enden starker Schubstangen aus Rundeisen, deren andere Enden zur Aufnahme von Stahlfedern geschlitzt waren, während man wiederum diese Federn mit gewöhnlichen hölzernen Bremsbacken in Verbindung gebracht hatte, welche direct gegen den Umfang der Räder wirkten. Letztere Einwirkung erfolgte gleichzeitig auf alle Räder des Wagens und die Bremskraft war gleich den Druckstärken, welche die Federn beim Eintreiben der Buffer erlitten,

Am meisten Aufsehen erregte eine von George Stephenson im Jahre 1847 vorgeschlagene ähnliche, und nach Wissen des Verfassers auch in Ausführung gebrachte, selbstwirkende Bremse[2]).

Mit Bunnett's Bremse hatte diese die Einschaltung einer Feder zwischen den Bufferscheiben und den Bremsbacken gemein. Indess war Stephenson's Anordnung compendiöser, und die dabei benutzten Spiralfedern standen nur in indirecter Verbindung mit den Bremsbacken, so dass die Einwirkung der Buffer auf die Bremse unterbrochen und der ganze Bremsapparat ausser Thätigkeit gesetzt werden konnte, wenn ein Wagenzug zurückgeschoben werden sollte. Speciellere Beschreibung und Abbildung der Stephenson'schen Bremse enthalten die unten citirten Quellen[3]).

Im Jahre 1853 bemühte sich Tourasse in Paris, solche von den Bufferapparaten aus in Wirksamkeit gesetzte Bremsen zu vervollkommnen und namentlich mit sogenannten excentrischen Backen auszustatten[4]). Ungeachtet befriedigender Resultate, welche bei Versuchen mit Tourasse's Bremsen auf der Paris-Lyoner Bahn erlangt wurden, ist auch diese Construction bereits der Geschichte verfallen.

Nicht viel günstigere Erfolge sind von den selbstwirkenden Bremsen des österreichischen Eisenbahn-Betriebs-Inspectors Riener in Gratz zu berichten, obwohl diese noch zu den besten ihrer Art gehören dürften[5]).

Das Princip dieser Bremsen ist gleichfalls auf den Satz basirt, dass dann die Wirksamkeit der Bremse nothwendig ist, wenn sich die Wagen zusammendrängen und die Buffer angedrückt werden.

---

1) Civil-Engineer and Architect's Journal, März 1842, p. 71 und Schwammkrug in Hülsse's Allgemeiner Maschinen-Encyklopädie, Bd. 2, Artikel „Brems", S. 543.

2) Eisenbahnzeitung vom 12. September 1847.

3) The Pract. Mech. Journal, Juni 1848, p. 53 und Heusinger's Organ Bd. 4 (1849), S. 3.

4) Heusinger's Organ, Bd. 11 (1856), S. 75, mit Abbildungen auf Tafel 7.

5) Zeitschrift des österr. Ingenieur-Vereins Jahrg. 1854, S. 273 und daraus in Heusinger's Organ, Bd. 10 (1855), S. 50. An beiden Stellen mit schönen Abbildungen begleitet.

Riener bringt hierzu an der Bufferstange zwei Federn an, erstens eine cylindrische Spiralfeder und zweitens eine Baillie'sche Feder (Fig. 201, S. 219), wovon erstere dazu bestimmt ist, den Buffer nach dem Eindrücken zurückzuschieben, während die Baillie'sche Feder die eigentlichen Stösse aufzufangen hat, welche bei der Berührung der Wagen entstehen.

Eine dritte Feder an der Bremsklotzzugstange verhindert Zerstörungen bei heftigen Stössen, wenn die Räder bereits vollständig gebremst sind und die Buffer doch noch mehr zusammengedrückt werden.

Schliesslich werde noch der selbstwirkenden Eisenbahnwagenbremsen der Franzosen Guérin [1]) und Molinos und Pronnier [2]) gedacht.

Guérin schaltet zwischen dem Hebelwerke der Bremsklötze und den Bufferstangen eine grosse parabolische Blattfeder ein, deren Enden mit letzteren in Berührung stehen. Beim normalen Zustande der Bewegung wird jedoch diese Feder mit Zuziehung eines drehbaren, auf die Hinterachse geschobenen Muffes ausser Wirksamkeit gesetzt. Bei zu schneller Bewegung dagegen, wenn eine bestimmte Geschwindigkeit des Zuges überschritten wird, verändert der gedachte Muff, vermöge der Centrifugalkraft seine Stellung und dreht sich so, dass er einen mit Gegengewicht versehenen Hebel auslöst, die Feder wieder frei macht, und demnach letztere, wenn die Buffer einen Stoss erhalten, einen Druck auf das Hebelwerk und der damit verbundenen Bremsklötze ausübt.

Später hat Guérin den Muff durch ein Excentrik ersetzt, welches auf ein Pendel wirkt und dies um so mehr ablenkt, je grösser die Geschwindigkeit ist. Bei Ueberschreitung einer gewissen Normalgeschwindigkeit wird dann, unter Mitwirkung noch anderer Mechanismen, das Bremsen erzeugt [3]).

Ungeachtet des grossen Lobes, welches diesen Guérin'schen Apparaten ertheilt wird, und obschon man sie bei einigen französischen Eisenbahnen mit Erfolg benutzen soll, so sind sie doch zu complicirt, demgemäss unter Umständen zu theuer und zu unzuverlässig, als dass ihnen eine allgemeine Verwendung prophezeit werden könnte [4]).

Von ganz besonderer Anordnung und vom besten Erfolge sind die Bremsen, welche Molinos und Pronnier auf der Eisenbahn von Lyon nach la Croix-Rousse construirten, indem es hier galt, auf einer Strecke mit $\frac{1}{6}$ Ansteigung beim möglichen Bruche des Seiles, womit die Bahnwagen längs dieser schiefen Ebene fortgezogen werden, jedes Unglück und namentlich jede Gefahr für die in den Wagen sitzenden Reisenden zu vermeiden.

---

1) Le Génie industriel 1856, p. 225 und polytechn. Centralblatt Jahrgang 1857, S. 273. Heusinger's Organ Bd. 12 (1857), S. 178 mit Abbildungen auf Tafel 13.

2) Annales des mines 1861, p. 621 und polyt. Centralblatt 1862, S. 634, sowie Zeitschrift des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1864, S. 266 und endlich (als Hauptwerk des Gegenstandes) Molinos et Pronnier „Chemin de fer de Lyon „la Croix-Rousse“, Paris 1862“ (mit X Kupfertafeln in Gross-Folio).

3) Polytechnisches Centralblatt 1860, S. 1645, nach den Annales des Mines T. 16, p. 529.

4) Das Neueste hierüber in Heusinger's Handbuche etc., Bd. II, S. 256.

Des Umstandes wegen, dass bei dem bedeutenden Gefälle $1/6$ (= 0,165) die nach dem vollständigen Bremsen der Räder zwischen deren Umfängen und den Bahnschienen auftretende gleitende Reibung nicht unter allen Umständen hinreicht, das Herablaufen der Wagen zu verhindern [1]), wurden zwei verschiedene Bremsanordnungen construirt. Zum Bremsen der Räder benutzt man vier Bänder aus Eisenblech, wie solche (als Bandbremsen) bei Winden, Krahnen u. s. w. vorkommen, wogegen die Ergänzungsbremse aus zwei kräftigen Zangen gebildet ist, welche sich beim Herabfahren der Wagen scharf gegen die Bahnschienen drücken.

Diese Bremsapparate können auch von dem Bedienungspersonale in Thätigkeit gesetzt werden, wobei noch zu bemerken ist, dass man Sorge getragen hat, beim Niederfallen der Bremse des ersten Wagens die Bremse des zweiten, dritten u. s. f. Wagens aufeinanderfolgend selbstthätig in Wirksamkeit treten zu lassen [2]).

§. 15.

Eisenbahnwagen für scharfe Bahnkrümmungen.

Bei sämmtlichen im Vorstehenden betrachteten Eisenbahnfuhrwerken waren, des Spurhaltens wegen, die Achsen mit den Rädern zu einem Ganzen verbunden, ferner aus Festigkeitsrücksichten diese Achsen parallel zu einander gestellt und mit dem Untergestelle zu einem steifen Rechtecksverbande derartig vereinigt, dass der ganze Bau, hinsichtlich seiner Steifheit, an die vierrädrigen Wagen der ältesten Zeiten (S. 32 Fig. 25. 26) erinnert, die man bekanntlich ohne Langbaum und Reibnagel construirte.

Dass ein solches Fuhrwerk (auch bei zwei Achsen oder vier Rädern) nicht zum vortheilhaften Durchlaufen von Eisenbahnkrümmungen (Curven) geeignet ist, leuchtet ohne Weiteres ein, mehr aber noch tritt diese Thatsache hervor, wenn man beachtet, dass sich die Achsen der Wagen auch nicht annähernd nach dem Mittelpunkte dieser Curven richten, der Radstand viel zu gross

1) Der Reibungscoefficient (oder die Tangente des Reibungswinkels) für Eisen auf Eisen schwankt bekanntlich zwischen 0,12 und 0,25, je nach dem Zustande der übrigens nicht geschmierten Flächen. Sind letztere geschmiert, so geht der gedachte Coefficient bis auf 0,07 und noch weniger herab. Directe Versuche haben übrigens ergeben, dass ein Wagen mit vier gebremsten Rädern nur dann auf einer geraden Eisenbahnstrecke freiwillig niedergeht, wenn das Gefälle mehr als 0,12 beträgt.

2) Wir empfehlen das Studium der Abbildungen dieser auch als mechanische Combinationen beachtenswerthen Bremsen, welche die oben (S. 230, Note 2) angegebenen Quellen begleiten.

und recht eigentlich Alles vorhanden ist, was ein Ausgleisen der Wagen veranlasen kann, ganz und gar von den besonderen Reibungswiderständen abgesehen, welche dadurch beim Durchlaufen der Curven hervorgerufen werden.

Allerdings hat man zur Ausgleichung und Verbesserung dieser Zustände bereits allerlei Aushülfe getroffen. Insbesondere gehört hierher die Anordnung kegelförmiger nach innen geneigter Radbandagen [1]) statt cylindrischer, ferner das Ertheilen von Spielraum zwischen den Radflantschen (Spurkränzen) und Bahnschienen, dann das Höherlegen der äusseren Schienenstränge in den Bahncurven, die Construction von Wagengestellen mit zwei besondern, kleinen, vierrädrigen Wagen (Trucks), deren Achsen sehr nahe stehen (S. 209), die Verschiebung der Mittelachsen sechsrädriger Wagen (S. 216) u. a. m.; allein hierdurch hat man keinesweges Sicherheit für alle Fälle erreicht. Zunächst verlieren die Radbandagen verhältnissmässig rasch ihre kegelförmige Gestalt, die Wagen bestimmter Bahnen kommen zuweilen auf fremde Strecken, wo sie kleinere Krümmungshalbmesser durchlaufen müssen, als die sind, wofür sie construirt wurden, die normale Fahrgeschwindigkeit wird zuweilen sehr überschritten, damit die austreibende Fliehkraft vergrössert und endlich kann selbst allein die fehlerhafte Spannung der Federn ein Entgleisen der Wagen herbeiführen [2]).

Es war daher naturgemäss, dass man bald nach dem Benutzen der Eisenbahnen zum Personentransporte, wo grosse Geschwindigkeit und Sicherheit in gleichem Maasse verlangt wurde, auf die Construction von Fuhrwerken Bedacht nahm, welche von all diesen Uebeln mehr oder weniger frei waren. Hierzu verfolgte man meistentheils die richtige Idee, die Räderpaare der Eisenbahnwagen derartig anzuordnen und mit einander zu verbinden, dass sie sich in Curven stets in die Richtung des Krümmungshalbmessers stellen. In Ausführung gebracht wurde

---

1) Die Einführung von Rädern mit nach innen geneigten Kegelbandagen scheint erst 1832 geschehen zu sein. Man sehe deshalb „Colburn's Locomotive Engineering" p. 96.

2) Auf den hannoverschen Eisenbahnen sind u. A. Fälle vorgekommen, wo durch das zu scharfe Anziehen der Federn in diagonaler Richtung (übereck) stehender Räder Entgleisungen in ganz geraden Bahnstrecken vorkamen, indem wenig oder gar kein Gewicht auf dem äusseren Vorderrade ruhte, welches ohnehin ein Bestreben hat, auf die Schienen zu steigen.

diese Idee (wahrscheinlich) zuerst im Jahre 1827 bei vierrädrigen Wagen der Budweis-Linzer Bahn [1]), indessen scheint die Anordnung nicht von der Art gewesen zu sein, dass sie dauernden Eingang finden konnte [2]).

Von besserem Erfolge war ein von dem Franzosen Arnoux [3]) 1838 in Vorschlag gebrachtes System, welches auch für eine kurze 1846 eröffnete Bahn, von Paris nach Sceaux, in Ausführung gebracht wurde.

Dies System beruht zunächst auf dem gänzlichen Verlassen des gewöhnlichen Constructionsprincips der Eisenbahnfuhrwerk-Untergestelle und auf Rückkehr zum gewöhnlichen Strassenfuhrwerke. Man nahm cylindrische (statt kegelförmiger) Radbandagen, steckte die Räder lose auf die nicht drehbaren Achsen, ordnete Langbaum, Reibnagel u. s. w. an und suchte sodann durch höchst sinnreiche Anordnungen, die Achsen eines jeden in eine Bahncurve tretenden Wagens derartig zu verdrehen, dass sie stets in die Richtung des Krümmungshalbmessers der betreffenden Bahnstrecke zu liegen kamen, d. h. in die zum ungehinderten Durchlaufen geeignete Lage gelangten.

Letzteres ist aber immer der Fall, wenn man die Anordnung so trifft, dass der erforderliche Verdrehungswinkel der Radachse die Hälfte des Winkels ist, um welchen sich gleichzeitig die von ihr unabhängige Deichsel oder Kuppelstange für den nächstfolgenden Wagen verdreht [4]).

---

1) Eisenbahnzeitung vom 30. November 1845, S. 399.

2) Ebensowenig Erfolg hatte, nach dem Vorgange des Engländers James im Jahre 1825 (Colburn, Engineering p. 96), die Construction des Franzosen Laignel, dem 1830 ein Patent darauf ertheilt wurde, für die Bahnkrümmungen Räder von ungleichen Durchmessern auf die Schienen zu führen, was nicht anders erreicht werden konnte, als dass man jedes Rad mit zwei Spurkränzen von verschiedenen Durchmessern ausstattete. Ungeachtet günstiger Resultate bei in Frankreich und Belgien angestellten Versuchen (Dingler's polyt. Journal Bd. 78, S. 188 und Polytechnisches Centralblatt 1840, S. 793) verliess man dies System, weil es sich nicht für frequente Bahnen eignete und überhaupt nur immer eine bestimmte Curve ohne Gefahr mit den betreffenden Rädern durchlaufen werden konnte. Gute Abbildungen der Laignel'schen Anordnungen enthält namentlich das Bulletin d'encouragement, Août 1845, Pl. 964. Beiläufig verdient bemerkt zu werden, dass auch Crelle 1839 im Wesentlichen ähnliche Einrichtungen in Vorschlag brachte. Man sehe dessen Journal f. d. Baukunst Bd. 13, S. 127 u. 207.

3) Systèmes de voitures pour chemins de fer de toute courbure, Paris 1838.

4) Ein geometrischer Beweis dieses Satzes findet sich in der bereits citirten

Anfänglich suchte Arnoux dieser Anforderung durch gekreuzte, um sogenannte Scheibenkränze (Fig. 114 und 118) gelegte Gliederketten, später aber besser durch eine sinnreiche Parallelogrammanordnung Genüge zu leisten.

Zum Verständniss letztgenannter Construction, sowie zur Kenntnissnahme der betreffenden Wagen überhaupt, dienen die Fig. 211 bis incl. 214, wobei

Fig. 211.

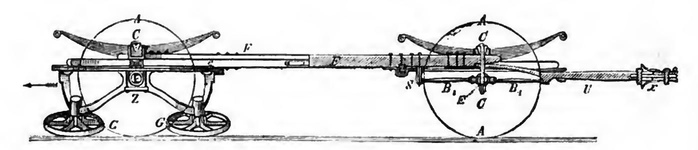


Fig. 212.

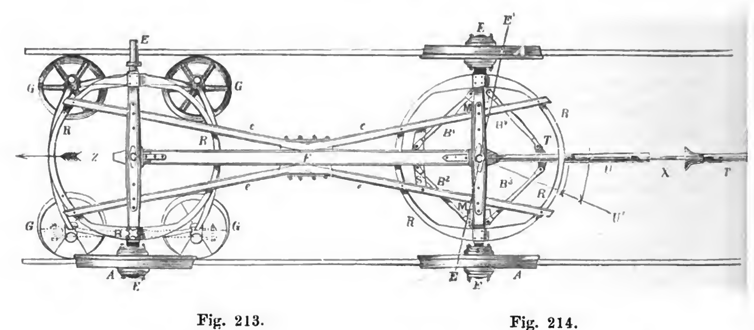
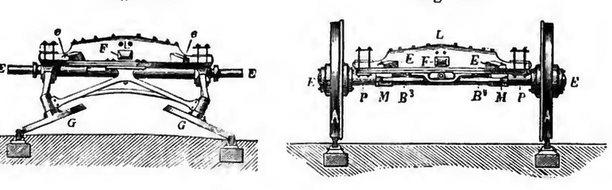


Fig. 213. Fig. 214.



nur noch bemerkt werden mag, dass die Bewegung des Wagens von rechts nach links gerichtet ist.

Originalabhandlung von Arnoux, sowie daraus in Perdonnet's Traité élémentaire etc., Tome 2, p. 658 und 661.

Das erwähnte Parallelogramm wird von vier gleich langen, um die Enden drehbar gemachten Armen $B^1B^2B^3B^4$ gebildet, welche in einer und derselben horizontalen Ebene liegen. Die Drehbolzen der beiden Arme B^1B^2 sind einerseits an einem unverrückbaren Bogenstücke SS unterhalb des Langbaumes F befestigt, andererseits an zwei Muffen MM, welche letztere längs der Radachse EE verschiebbar sind. Die beiden anderen Arme B^3B^4 sind mit den einen Enden ebenfalls an den Muffen MM, mit den anderen Enden jedoch an der Deichsel oder Kuppelstange U [1]) befestigt. Beim Eintritte in eine Bahncurve verändern die beiden Muffen MM, sowie die Deichsel U ihre in Fig. 212 für die gerade Bahn gezeignete Lage, während sich die auf S befestigten Enden der Arme B^1 und B^2 nur um ihre Bolzen drehen, d. h. keine fortschreitende Bewegung annehmen. Hat sich dann aber die Radachse EE in eine Lage $E'E'$ begeben, wenn $E'E'$ die verlängerte Richtung des betreffenden Bahnkrümmungshalbmessers ist, so hat die Kuppelstange U die Richtung CU' angenommen, wofür (der obigen Bedingung nach) $\angle UCU' = 2 . \angle ECE'$ ist.

Bei der Verdrehung der Achse EE mit den auf ihr lose sitzenden cylindrischen Rädern AA dienen aus Ringstücken gebildete eiserne Bahnen PP an der unteren Seite des Kranzes RR zur Verminderung der auftretenden gleitenden Reibung.

Das ebenfalls um einen Reibnagel C drehbare Vordergestell Z des ersten Wagens versah Arnoux mit vier Directionsrollen $GGGG$, welche derartig schräg gerichtet waren, dass sie sich seitwärts an die inneren Seiten der Schienen legten, wodurch auch für die Vorderachse erreicht wurde, dass sie sich beim Eintritte in eine Curve ebenfalls in die Richtung des betreffenden Krümmungshalbmessers stellte.

Ungeachtet älterer und neuerer günstiger Urtheile [2]) über die Arnoux-sche Construction und trotz der Thatsache, dass sich mit betreffenden Wagen Krümmungen von nicht mehr als 40 Meter Halbmesser mit Sicherheit und ohne ungewöhnlich grosse Widerstände hervorzurufen, befahren lassen, hat sie doch nur an der Stelle Anwendung gefunden, wo Arnoux als Mitdirector der Bahn (Paris-Sceaux-d'Orsay) seinen Einfluss geltend machen konnte [3]).

---

1) Der Buchstabe T bezeichnet eine Hülse zur Verkuppelung mit dem nächstfolgenden Wagen.

2) Poncelet, Bericht über ein Wagensystem für Eisenbahnen mit kleinen Curven, welches von Herrn Arnoux der (Pariser) Akademie der Wissenschaften vorgelegt worden ist, findet sich in Dingler's polyt. Journ. Bd. 68 (1838), S. 409. Ueber angestellte Versuche giebt Auskunft ein Bericht im Polyt. Centralblatte, Jahrg. 1840, S. 795. Berichte in neuerer Zeit erstattet Perdonnet in seinem Traité élémentaire, Tome 2, p. 662 etc.

3) Man sehe auch einen betreffenden Bericht des Oberbaurathes Hartwich in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 6 (1856), S. 136.

Mit dem oben im Texte ausgesprochenen Urtheile über die Nichtverwendbarkeit des Arnoux'schen Systems für Eisenbahnen mit grossem Verkehr stimmt u. A. Couche vollständig in seinem Werke „Voie Matériel Roulant etc. (Paris 1870) überein, indem diese Autorität im 2. Bande §. 184, u. A. folgende Bemerkung macht:

Ein anderes Wagensystem zum vortheilhaften Befahren scharf gekrümmter Eisenbahnstrecken wurde im December 1844 dem Stellmachermeister Themor[1]) in Berlin patentirt und nachher auch (versuchsweise) ausgeführt.

Unter den Langträgern des Wagens hatte Themor drei selbstständige Radgestelle jedes mit einer Achse angeordnet. Das vordere und hintere dieser Gestelle war mit der Ausnahme, dass ein jedes nur zwei Räder enthielt, ganz nach Art der amerikanischen „Swivelling-Trucks“ (S. 209) construirt und bewegte sich um einen verticalen Drehbolzen (Reibnagel u. s. w.), während das mittlere, ebenfalls auf zwei Rädern ruhende Gestell sich mit grösster Leichtigkeit unter dem Wagenkasten (mit dem es in keiner directen Verbindung stand) um so viel zur Seite schieben konnte, als es die Krümmung des betreffenden Schienenstranges erheischte.

Ueberdies war das mittlere Gestell mit dem vorderen und hinteren scharnierartig verbunden und dabei dem Verbindungsbolzen so viel Spielraum gegeben, dass ein Lenken durch das Vorder- und Hintergestell veranlasst wurde und beim Einfahren in eine Curve die Achse jedes Räderpaares sich in die Richtung des zugehörigen Krümmungshalbmessers stellte.

Ungeachtet sehr gut ausgefallener Probefahrten[2]) mit einem Themor'schen Wagen auf der Berlin-Frankfurter Eisenbahn, verzichtete man auf Verwendung auch dieses Systems.

Noch verdient ein drittes derartiges Constructionssystem ausführlich erwähnt zu werden, worauf 1845 der Mechaniker Wetzlich[3]) (an der Kaiser-Ferdinand-Nordbahn) ein österreichisches Patent erhielt, und von dem mindestens bekannt ist, dass eine grosse Anzahl darnach erbauter vierrädriger Wagen bei der österreichischen Staatsbahn und bei der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn in Anwendung waren[4]) und vielleicht noch sind.

„Tout en réduisant à sa vraie valeur le système dont il s'agit, on ne peut méconnaître ce qu'il a de spécieux, d'ingénieux, et sa description sommaire doit avoir sa place dans cet ouvrage.“

1) Eisenbahnzeitung vom 30. November 1845, S. 188 und 399, Beschreibung und Abbildung.

2) Eisenbahnzeitung vom 1. Juni 1845, S. 189.

3) Heusinger, Organ 5 (1850), S. 42 mit Abbildungen auf Tafel 7.

4) Ebendaselbst S. 45. Ferner im Handbuche für specielle Eisenbahntechnik, Bd. II. (1870), S. 526 etc.

Wie Themor verwendete auch Wetzlich zweirädrige amerikanische Trucks, und zwar in der Art, dass der Oberwagen sechs Stützpunkte erhielt. Hierzu war jeder Truck aus zwei vierseitigen Eisenblechrahmen gebildet und an der äusseren Rückwand eines jeden ein Reibnagel angebracht.

An jedem oberen Ende der inneren Gestellrahmenwände waren an den Ecken zwei Rollen gelagert, worauf der Oberwagen mittelst Laufbahnen ruhte. Verband man je drei Stützpunkte eines Trucks durch gerade Linien, so erhielt man gleichschenklige in einer Ebene liegende Dreiecke, deren Grundseiten einander zugekehrt waren, während die Spitzen mit den Achsen der verticalen Drehbolzen zusammenfielen. Endlich hatte man die gegenüberliegenden Wände beider Trucks (die Grundseiten der gedachten Dreiecke) durch zwei über einander liegende, diagonal gerichtete Schienen verbunden, die um Zapfen an ihren Endpunkten drehbar gemacht waren und wodurch man besonders den schwachen Rahmen der Trucks mehr Widerstandsfähigkeit geben wollte.

Als vollkommener bezeichnet man die Constructionen mit Gelenkverbindung, welche seiner Zeit Clark für sechsrädrige Wagen der provisorischen Mont-Cenis-Bahn projectirte. Hier ist ausser einer Verschiebung der Mittelachse, rechtwinklig gegen die Längenrichtung des Wagens, auch eine Radialstellung der vorderen und der hinteren Achse angeordnet. Specielle mit Abbildungen begleitete Beschreibung dieser Clark'schen Construction finden sich in den unten notirten Quellen [1]).

Schliesslich ist noch geschichtlich zu bemerken, dass seit 1837 [2]) bis zur Gegenwart [3]) der Engländer Bridges Adams mit der Anflösung des Problems beschäftigt ist, Eisenbahnfuhrwerke mit sogenannten „Radial-Axle-Boxes" zu construiren, wobei sich die Lager mehr oder weniger, je nach der Bahnkrümmung, zwischen den Achshaltern in horizontalen Kreisbahnen verschieben, zu welchen die Radachsen in allen Lagen Sehnen bilden.

---

1) Heusinger, Organ für Eisenbahnkunde, Jahrgang 1867, S. 50 und ganz besonders Couche in seinem „Voie Matériel Roulant, Tome II, p. 244 mit Abbildungen auf Tafel XIII.

2) Colburn, Locomotiv Engineering p. 97.

3) Patent Specification Nr. 3195 vom 18. December 1863. Ferner die Zeitschrift „The Engineer" vom 19. August 1864. Heusinger, Handbuch etc., Bd. II. (1870), S. 528.

Das amerikaniche Reibnagelgestell fällt hierbei ganz weg, und bei achträdrigen Wagen versieht Adams die beiden Endachsen mit seinen Radial-Axle-Boxes, während er die beiden Mittelachsen in gewöhnlichen Büchsen laufen lässt. Bei den Endachsen sind überdies auch die Federn durch lange Hängeglieder und Kreuzgelenke (Kugelgelenke?) entsprechend verschiebbar gemacht. Nach Wissen des Verfassers verwendet man in Deutschland diese Wagenconstruction Bridges Adams' ausschliesslich auf der Semmering-Bahn und wie es heisst mit Erfolg. Ungeachtet dieses günstigen Urtheiles dürfte eine allgemeinere Verwendung der Eisenbahnwagen mit Radial-Axle-Boxes nicht zu prophezeien sein.

Ueber die bei Locomotiven in Anwendung gekommenen Trucks zum Befahren von Eisenbahncurven mit kleinen Krümmungshalbmessern, nach den Constructionen der Amerikaner Norris und Bissel sowie des Belgiers Vaessen wird später ausführlich berichtet.

§. 16.

Wagen mit eisernem Untergestell und Oberbau. — Relativer Werth der Personen- und Güterwagen hinsichtlich Gewicht und Nutzlast. — Erdtransportwagen.

Wir sind nunmehr mit der Geschichte des passiven Eisenbahnfuhrwerkes mehr oder weniger bis zur Gegenwart gelangt und macht höchstens die Frage nach Einführung des Schmiedeeisens zu Gerüsten und zum Oberbaue (Kästen) der Wagen eine Ausnahme hiervon.

Zur betreffenden Vervollständigung werde deshalb vorerst bemerkt, dass die Verwendung des Eisens, ausser zu Rädern und Achsen, zum Wagenbau nicht neu, es vielmehr Thatsache ist, dass schon die alten Steinkohlenwagen Englands (S. 202 Fig. 187) mindestens mit Wänden (Füllungen) aus Eisenblech versehen waren und später derartige Wagen vorzugsweise ganz aus Eisen construirt wurden [1]).

---

1) Die besten dem Verfasser bekannt gewordenen Abbildungen guter, ganz aus Eisen gebauter, älterer Kohlentransportwagen, und zwar von der (amerikanischen) Baltimore-Ohio-Eisenbahn, finden sich im Jahrgange 1847 (31. October) der Eisenbahnzeitung S. 354, woselbst noch erwähnt wird, dass dieselben bei einem Gewichte (einer todten Last) von $2^5/_8$ Tonnen eine Ladung von 7 Tonnen

Die Einführung des Eisens zu Theilen der Untergestelle und des Oberbaues der Eisenbahn-Güter- und Personen-Wagen dürfte sich aus dem Anfange der fünfziger Jahre datiren.

Beispielsweise hatte zur Londoner internationalen Industrie-Ausstellung 1851 der Engländer Henson[1]) zwei bedeckte, ganz geschlossene, vierrädrige Güterwagen eingesandt, deren Oberbau aus Holzrahmenwerk mit Blechfüllungen bestand, während die Dächer ganz aus Eisenblech gebildet und die Mittelstücke der Decke sowie die Thüren an beiden Seiten zurückzuschieben waren. Auf derselben Ausstellung producirte ebenfalls ein anderer Engländer Mac-Connel[2]) einen sechsrädrigen Personenwagen mit ganz eisernem Untergestell und mit Wänden und Dach aus wellenförmig gebogenem Eisenblech (Corrugated Iron).

Beide Wagen wurden damals, hinsichtlich der Eisenconstructionen, als neu und eigenthümlich bezeichnet, und Henson's Wagen waren im Cataloge sogar mit dem Zusatze „feuerfest und wasserdicht“ aufgeführt, was man jedoch weder buchstäblich noch streng nehmen durfte.

Ebenfalls im Jahre 1851 scheinen die ersten Wagen mit Trägern aus I-Eisen auf englischen Bahnen (London-North-Western und Midland-Railways) in Betrieb gekommen zu sein, was mindestens William Adams in Birmingham bei einem Vortrage über diesen Gegenstand vor der Institution of Mechanical Engineers am 27. October 1852 ausdrücklich hervorhebt. Beschreibungen und Abbildungen der damals von Adams ausgeführten Güterwagen enthält der „Report of the Proceedings etc.“ der erwähnten Gesellschaft[3]). In Deutschland dürfte die Pflug-

Steinkohlen fassen, folglich das Verhältniss von Nutzlast zu todter Last wie $2^2/_3$ zu 1,00 ist, eine Zahl, welche für später folgende Vergleiche nicht ohne Interesse sein wird. Abbildung eines englischen, ganz eisernen Kokes-Wagens (wie sie seiner Zeit auf den Bahnen um Manchester liefen) enthält der Jahrgang 1853 (Bd. 8), S. 173, Tafel 11 von Heusinger's Organ u. s. w.

1) Abbildungen (specielle Constructionszeichnungen) von Henson's „New Covered Goods Waggon“, finden sich in den Proceedings of the Inst. of Mech. Engineers vom 30. Juli 1851, p. 7, Pl. 36—38.

2) Amtlicher Bericht der deutschen Zollvereins-Regierungen über die Industrie-Ausstellung aller Völker zu London im Jahre 1851. Erster Theil, S. 528. Abbildungen des Mac-Connel'schen Wagens mit eisernem Untergestell finden sich im Jahrgange 1852, Bd. 2, S. 279 der Erbkam'schen Zeitschrift für Bauwesen und daraus in Heusinger's Organ, Bd. 7 (1852), S. 204, Tafel 20.

3) Birmingham 1852, p. 207 (On Improvements in the Construction and Materials of Railway Waggons), Pl. 79 u. 80.

sche Wagenbauanstalt in Berlin (und zwar schon 1852) die erste gewesen sein, welche sich erfolgreich mit dem Baue eiserner Untergestelle bei Eisenbahnwagen beschäftigte [1]).

Was die Vorzüge schmiedeeiserner Untergestelle der Eisenbahn-Güter- und Personen-Wagen vor den hölzernen betrifft, so lässt sich darüber etwa Folgendes sagen.

Unter allen Umständen ist die Dauer eines Wagens mit eisernem Untergestelle jedenfalls grösser, das Totalgewicht unter denselben Verhältnissen nicht viel bedeutender, die Anschaffungskosten unwesentlich höher und der ganze Bau ein gegen Zufälligkeiten viel gesicherterer, als dies bei einem hölzernen Wagen der Fall sein kann.

Hierzu kommt noch, dass die Qualität des Holzes nach dem äusseren Ansehen nicht stets in Bezug auf das Innere zu beurtheilen ist, beispielsweise ein blosser Ast in einer der Langschwellen schon viel schaden kann, ferner beim Holze Risse, Sprünge und das Verziehen beim Gebrauche fast unvermeidlich sind, noch gar nicht zu gedenken, dass sich viele Beschlagtheile beim Eisen viel besser durch Nieten als beim Holze durch Schrauben befestigen lassen. Wir werden im folgenden Paragraphen, welcher den Eisenbahnfuhrwerken der Gegenwart gewidmet ist, erfahren, wie weit man zur Zeit diesen Behauptungen und Thatsachen Rechnung trägt und wie sich namentlich die Einwürfe gegen eiserne Wagengestelle (dass sie zufolge ihrer Steifheit eine härtere Bewegung und etwas mehr Getöse bei der Fahrt veranlassen) durch die Erfahrung als hinlänglich begründet herausgestellt haben oder nicht.

Als Schluss unserer Geschichte der Eisenbahnfuhrwerke folgen hier noch einige Betrachtungen und Zusammenstellungen über den relativen Werth der Personen- und Güterwagen in Beziehung auf Dimensionsverhältnisse, Eigengewicht (todte Last) und Nutzlast, was sowohl zur Beurtheilung des Standpunktes des Wagenbaues am Ende der vierziger und Anfang der fünfziger Jahre dienen soll, als es auch später passenden Maassstab des Vergleiches bei Aufführungen ähnlicher Data im Abschnitte „Eisenbahnfuhrwerke der Gegenwart“ abgeben wird.

---

1) Beschreibung eines Gepäckwagens von der k. russischen Staatsbahn mit eisernem Untergestell in Heusinger's Organ, Bd. 7 (1852), S. 149, Tafel 15.

Wir beginnen mit der Aufführung einer tabellarischen, von uns etwas erweiterten Uebersicht, Personenwagen betreffend, welche im Jahre 1848 der belgische Eisenbahn-Ingenieur Weise in Mecheln veröffentlichte [1]).

Wagengattung.	Gewicht des leeren Wagens.	Passagiere.		Todtes Gewicht pro Person.	Gewicht des besetzten Wagens.	Belastung einer Achse.	Procente vom ganzen Gewicht.	
		Zahl.	Gewicht.				Nutzlose (todte) Last.	Nutzbare Last.
	Ctnr.		Ctnr.	Ctnr.	Ctnr.	Ctnr.	Proc.	Proc.
I. Classe.								
a. auf französischen Bahnen	74	24	31	3,083	105	$52^1/_2$	70,5	29,5
a. „ englischen „	77	18	23	4,277	100	50	77,0	23,0
a. „ belgischen „	90	24	31	3,750	121	$60^1/_2$	74,4	25,6
a. „ deutschen „ (sechsrädrig)	106	27	35	3,926	141	47	75,2	24,8
II. Classe.								
b. auf französischen Bahnen	71	30	39	2,366	110	55	64,5	35,5
b. „ englischen „	64	24	31	2,666	95	$47^1/_2$	67,4	32,6
b. „ belgischen „	86	36	47	2,866	133	$66^1/_2$	65,0	35,0
b. „ deutschen „ (sechsrädrig)	108	40	52	2,700	160	$53^1/_3$	67,5	32,5
III. Classe.								
c. auf französischen Bahnen (offene Wagen)	58	30	39	1,933	97	$48^1/_2$	60,0	40,0
c. „ belgischen Bahnen (bedeckte Wagen)	74	48	62	1,541	136	68	54,4	45,6
c. „ deutschen Bahnen (bedeckte Wagen)	110	60	78	1,833	188	$62^2/_3$	58,5	41,5
d. Ein belgischer achträdriger Personenwagen mit 32 Personen erster und 42 Personen zweiter Classe	239	74	96	3,229	335	$83^3/_4$	71,3	28,7
e. Ein belgischer achträdriger Personenwagen mit 16 Personen erster, 28 Personen zweiter, und 40 Personen dritter Classe	228	84	109	2,714	337	$84^1/_4$	67,7	32,3
Ein deutscher achträdriger Personenwagen von Zoller und Pflug in Berlin für die Glogau-Saganer Bahn	120	100	130	1,20	250	$62^1/_2$	48,0	52,0

Hiernach hatten im Jahre 1848 die englischen Wagen erster Classe das höchste todte Gewicht, und zwar betrug dies 77 Proc. vom ganzen Gewichte oder 4,277 Ctnr. pro Passagier, das höchste nützliche Gewicht hatten

1) Eisenbahnzeitung vom 14. Februar 1848, S. 55.

die französischen Wagen, nämlich 29,5 Proc, oder nur 3,083 Ctnr. todtes Gewicht pro Person.

Das günstigste Resultat ergaben die amerikanischen achträdrigen Wagen der Berliner Wagenbauanstalt, nämlich 48 Proc. todtes und 52 Proc. nützliches Gewicht oder 1,20 Ctnr. todte Last pro Passagier.

In Bezug auf letztere Wagen wird in unserer Quelle noch angeführt, dass sie schwerer zu handhaben, auch die Reparaturkosten bedeutender wären. Als besonders vortheilhaft bezeichnet man jedoch die achträdrigen Wagen für den Transport von Gegenständen, welche viel Raum einnehmen, ohne ein grosses Gewicht zu haben. Im folgenden Paragraphen werden wir hören, wie man in der Gegenwart über diese (amerikanischen) achträdrigen Wagen entschieden hat.

Eine ähnliche Zusammenstellung, Dimensionen und Gewichte der hannoverschen Staats-Eisenbahnwagen (am 27. Juli 1853) betreffend, ist nachstehende, wobei die Maasse englische, die Gewichte Zoll-Centner sind[1]).

A. Personenwagen.

Wagengattung.	Gewicht des leeren Wagens.	Passagiere[2]).		Todtes Gewicht pro Person.	Gewicht des besetzten Wagens.	Belastung einer Achse.	Procente vom ganzen Gewicht.	
		Zahl.	Gewicht.				Nutzlose (todte) Last.	Nutzbare Last.
	Ctnr.		Ctnr.	Ctrn.	Ctnr.	Ctnr.	Proc.	Proc.
				(Mittelwerthe)				
1. Sechsrädrige Wagen, mit 5 Coupés. Erste u. zweite Classe combinirt, und zwar ein Coupé erster Classe zu 6 Personen und vier Coupés zweiter Classe, jedes zu 8 Personen	160—183 (172,5)	38	49,4	4,513	221,9	73,96	77,7	22,3
2. Desgl., dritter Classe zu 50 Personen mit Bremse und bedecktem Sitzbock	150—170 (160)	50	65,0	3,200	225,0	75,0	71,11	28,89
3. Desgl., dritter Classe ohne Bremse	140—150 (145)	50	65,0	2,900	210,0	70,0	69,05	30,95

1) Die Achsen hatten an der Nabe überall 4 Zoll (engl.) Dicke, die Achsschenkel $5\frac{1}{2}$ Zoll Länge, während die Durchmesser der letzteren von $2\frac{1}{2}$ bis $2\frac{5}{8}$ Zoll variirten. Nach Heusinger's Organ, Bd. 3 (1848), S. 155 (Note 2) befanden sich damals auf der Taunusbahn noch einige Hundert ältere Achsen unter kleineren Personenwagen, welche 18 bis 30 Reisende fassten, von $2\frac{3}{4}$ bis 3 Zoll Stärke in der Mitte, wobei Brüche nicht vorgekommen waren. Ebendaselbst werden auch Achsen der Ludwigsbahn von $3\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser angeführt. Der ganze betreffende Aufsatz „Ueber Achsen und Räder der Eisenbahnwagen" enthält überhaupt viel Interessantes.

2) Für den Vergleich mit der Weise'schen Tabelle vom Jahre 1848 ist

B. Güterwagen.

Wagengattung.	Gewicht des leeren Wagens in Centnern.	Nutzlast in Centnern.	Verhältniss der Nutzlast zum Wagengewichte. (Mittelwerthe.)	Stärke der Achsschenkel in engl. Zollen.
1. Offene, vierrädrige Güterwagen (14′ lang, 8′ breit) mit 2′ hohen Bords und einseitigem Stahlfeder-Stoss-Apparate	58—63	80	1,322	$2\frac{1}{2}$
2. Desgl. (14′ lang, 8′ breit) mit $4\frac{1}{2}$′ hohen Bords, zu Viehtransport, einseitigem Stossapparat	64—69	80	1,204	$2\frac{5}{8}$
3. Desgl. (16′ lang, 8′ 3″ breit) mit $4\frac{1}{2}$′ hohen Bords, einseitigem Gummi-Stoss- und ganzem Gummi-Zug-Apparate . . .	73—84	100	1,14	$2\frac{5}{8}$
4. Offene, sechsrädrige Güterwagen (24′ lang, 8′ breit) mit 14″ hohen Bords, doppeltem Gummi-Stoss- und Zug-Apparat	96—106	120	1,010	$2\frac{1}{2}$
5. Desgl. achträdrige Güterwagen (32′ lang 8′ breit) mit Blechträgern zur Verstärkung der Langschwellen, doppeltem Gummi-Stoss- und Zug-Apparat, ferner Laufrollen auf den Ecken der Radgestelle	185	200	1,081	$2\frac{5}{8}$
6. Bedeckte, vierrädrige Güterwagen (14′ 6″ lang, 8′ breit, 5′ 10″ im Lichten hoch), mit Holztafelung und doppeltem Stahlfeder-Stoss-Apparat	75—80	80	1,032	$2\frac{1}{2}$
7. Desgl. (16′ lang, 8′ breit, 5′ 10″ im Lichten hoch) mit Blechtafelung und doppeltem Gummi-Stoss- und Zug-Apparat . .	91—96	80	0,855	$2\frac{5}{8}$
8. Desgl. (16′ lang, 8′ breit, 5′ 10″ im Lichten hoch), ebenso gebaut wie der vorhergehende, jedoch mit Bremse für beide Achsen und offenem Sitzbock	102—108	80	0,762	$2\frac{5}{8}$
9. Desgl. aber sechsrädrig (21′ 1″ lang, 8′ breit, 5′ 10″ im Lichten hoch), mit Holztafelung, doppeltem Stahlfeder-Stoss-Apparat, Bremse für alle Achsen und offenem Sitzbock	115—123	120	1,008	$2\frac{5}{8}$
10. Desgl. für Personengepäck (24′ lang, 8′ breit, 6′ im Lichten hoch), mit Blechtafelung, doppeltem Gummi-Stoss- und Zug-Apparat, Bremse für alle Achsen und offenem Sitzbock	180	120	0,660	$2\frac{5}{8}$
11. Bedeckte, achträdrige Güterwagen (32′ lang, 8′ 8″ breit, 6′ 3″ im Lichten hoch), mit Holztafelung, doppeltem Stahlfeder-Stossapparat	180	200	1,111	$2\frac{5}{8}$

Da die Weise'schen Werthe offenbar mehr älteren Bahnfuhrwerken entlehnt sind, im Jahre 1853 aber die hannoverschen Bahnen noch zu den neueren

auch hier das Gewicht einer Person zu 1,30 Ctnr. in Rechnung gebracht. Die Achsschenkel hatten (wie bei den Güterwagen) $2\frac{5}{8}$ Zoll Durchmesser und $5\frac{1}{2}$ Zoll Länge.

gezählt werden mussten, so darf man aus dem Vergleiche auf ein Wachsen der todten Last bei den Personenwagen (pro Kopf 4,513 Ctnr. bei den combinirten Wagen erster und zweiter Classe, und 3 Ctnr. pro Kopf dritter Wagenclasse) schliessen, was sich, wie wir später erfahren werden, auch für die Gegenwart bestätigt.

Für die Güterwagen fehlen ältere Angaben im Vorstehenden, weshalb wir glaubwürdigen Quellen [1]) entnehmen, dass die ersten Lastwagen (Goods Waggons) der Liverpool-Manchester-Bahn (1830) ein Eigengewicht von $2^1/_2$ bis $3^1/_2$ Tonnen (à 20 engl. Ctnr.) oder durchschnittlich 3 Tonnen = 60 Ctnr. hatten, dass diese Wagen ungefähr 2 Tonnen Nutzladung aufnahmen [2]) und sonach das Verhältniss der letzteren zur ersteren nur $^2/_3$ = 0,666 betrug. Das ungünstigste Verhältsniss von Nutzlast zum Eigengewichte der hannoverschen Güterwagen vom Jahre 1853 war aber nach vorstehender Uebersicht 0,735, also grösser, so dass auf ein Zunehmen des Güteverhältnisses der Güterwagen zu schliessen wäre, was sich gleichfalls (wie wir später erfahren werden) in der Gegenwart bewahrheitet hat [3]).

Nicht uninteressant ist der Nutzleistungsvergleich der Personenwagen gewöhnlicher Strassen mit denen der Eisenbahnen.

Die englischen (S. 64 Fig. 57 abgebildeten) vierpferdigen Stage-Coaches mit 4 Inside- und 12 Outside Passagieren [4]) wiegen ungefähr 20 Ctnr., so dass pro Person das todte Gewicht nicht mehr als $^{20}/_{16} = 1^1/_4$ Ctnr. beträgt, d. h. drei bis vier mal (genauer $^{4513}/_{1250}$ = 3,614 mal) geringer ist, wie beispielsweise das todte Gewicht bei den combinirten Personenwagen erster und zweiter Classe der hannoverschen Bahnen aus dem Jahre 1853.

Die ehmaligen hannoverschen vierspännigen und sechssitzigen (S. 120 abgebildeten) Postwagen wiegen nur 18 Centner, nehmen dagegen bloss 6 im Innern des Wagens placirte Reisende auf, so dass das todte Gewicht pro Person $^{18}/_6$ = 3 Ctnr. ist, also immer noch weniger, wie bei den gedachten hannoverschen Eisenbahnwagen, wo dies todte Gewicht 4,513 Ctnr. pro Person betrug [5]).

---

1) Proceedings of the Inst. of Mech. Engineers, July 1851.

2) Das Eigengewicht der S. 204 beschriebenen Güterwagen hat der Verfasser leider nicht ermitteln können.

3) Englische Angaben aus dem Jahre 1851 (die vorhin citirten Proceedings vom Juli 1851, p. 16) bestätigen dieses Wachsen des Güteverhältnisses der Güterwagen ebenfalls, indem hier angegeben ist, dass (1851) bei $3^1/_2$ Tons Eigengewicht eine Nutzladung von $4^1/_2$ Tons stattfindet, also gedachtes Verhältniss $^9/_7$ = 1,285 ist. Das grösste Güteverhältniss, was der Verfasser bei Eisenbahnlastwagen hat auffinden können, findet sich für das Jahr 1851 bei den Kohlenwagen der Monmouthshire-Tramways, welche 16 Ctnr. wiegen und 3 Tons = 60 Ctnr. Kohlen laden, so dass hier $\frac{\text{Nutzladung}}{\text{Eigengewicht}} = \frac{60}{16} = 3{,}750$ ist. Man sehe hierüber (mit Abbildungen begleitet) W. A. Adams: „On Railway Carrying Stock“, ebenfalls in den Proceedings vom October 1850, p. 29.

4) Proceedings u. s. w. vom 25. Juni 1857, p. 149, ein überhaupt lesenswerther Artikel mit der Ueberschrift: „On the saving of dead weight in passenger trains.“

5) Bei den neuesten viersitzigen Eilwagen der deutschen Reichspost, welche

Da letztgedachte Postwagen mindestens auch vier (zahlende) Passagiere ausserhalb des Wagens placiren könnten, so würde sich unter Annahme von überhaupt 10 zahlenden Passagieren das todte Gewicht pro Kopf bezahlender Reisender nur zu 1,8 Ctnr. herausstellen.

Dies günstige Verhältniss für Personenwagen auf gewöhnlichen Strassen gegenüber denen der Eisenbahnen, liegt hauptsächlich in dem festeren, gewichtigeren Baue der Eisenbahnfuhrwerke überhaupt, die ohne kolossale Dimensionen (gegenüber den Strassenfuhrwerken) deshalb nicht bestehen können, weil sie sowohl in der Längenrichtung, nach welcher die Bufferstösse erfolgen, als auch seitlich und vertical aufwärts wirkenden gewaltigen Kräften Widerstand leisten müssen, ganz abgesehen von den vier-, sechs-, ja achtmal grösseren Geschwindigkeiten, womit die Eisenbahnpersonenwagen laufen, und von der Nothwendigkeit, verhältnissmässig rasch aus diesen Geschwindigkeiten zum Stillstande zu gelangen. Wie sich später ergeben wird, hat bei den neueren Eisenbahnfuhrwerken das Eigengewicht der Personenwagen noch zugenommen. Dies entspricht der Erfahrung, dass die Fahrt um so sanfter erfolgt, je grösser das todte Gewicht ist, so wie auch dann die Wagen um so weniger aussetzen (aus dem Gleise kommen).

Zusatz[1]). Wagen zum Transporte von Erdmassen auf Eisenbahnen betreffend.

Die ersten Erdtransportwagen auf Interims- oder definitiven Eisenbahnen, beim Baue oder der Unterhaltung der letzteren, glichen gleich anfäng-

---

vorher S. 123 besprochen und durch Abbildungen erläutert wurden, würde das todte Gewicht pro zahlender Person $\frac{14,75}{4} = 3,68$ Ctnr. oder $\frac{737,5}{4} = 184$ Kilogramm betragen.

1) Literatur über Eisenbahn-Erdtransportwagen: Gerstner, Handbuch der Mechanik, Bd. 1 (1831), S. 621. Beschreibung und Abbildungen von älteren Erdtransportwagen mit Doppelkasten, die nach rechts und links (zu beiden Seiten der Wagenlänge) kippen, sowie solche, welche die Transportkasten nach vorn ausstürzen. — Henz, Die Wagen zum Erdtransport auf Eisenbahnen. Verhandlungen des Vereins zur Förderung des Gewerbfleisses in Preussen. Vierzehnter Jahrg. (1835), S. 214, mit Abbildungen auf Tafel 17. Werthvolle Notizen über (ältere) Kippwagen für Interimsbahnen. — Etzel, Notizen über die Ausführung von Erdarbeiten in grösserem Maassstabe, Stuttgart 1839. Bereits S. 199 empfohlen, wozu noch bemerkt werden mag, dass von den beigegebenen Kupfertafeln in Querfolio zehn den Erdtransportwagen auf Eisenbahnen gewidmet und sämmtliche in aliquoten Theilen wahrer Grösse ausgeführte Zeichnungen mit entsprechenden Details begleitet sind. — Perdonnet et Polonceau, Portefeuille de l'ingénieur des chemins de fer. Légendes explicatives des planches, p. 89 bis 96. Série I. Planche Nr. 5 bis mit Nr. 11. Abbildungen von Erdtransportwagen aller Gattungen, englischer und französischer Bahnen (sämmtlich nach Maassstab gezeichnet). — Heusinger, Einfache und zweckmässige Erdtransportwagen auf der Taunusbahn. Organ u. s. w., Bd. 3 (1848), S. 199, Taf. 19. Niedrige Wagen mit festen Kasten, ohne Kippvorrichtungen, die sich mehrfach

lich, wenigstens im Allgemeinen, den oben S. 203 beschriebenen und Fig. 188 abgebildeten Lastwagen der Darlington-Eisenbahn, nur waren deren Kasten entweder fest (unbeweglich) und mit abnehmbaren Seiten- oder Endbords versehen oder die Kasten waren beweglich, zum Kippen, zum Drehen um eine horizontale Achse (des Gestelles) angeordnet.

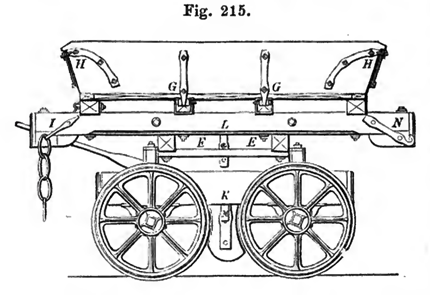
Vom Ende der zwanziger Jahre (Bauzeit der Liverpool-Manchester Bahn) an, oder wenigstens seit dem Anfange der dreissiger Jahre (Bauzeit der London-Birminghamer Bahn) hat sich die Construction dieser Erdwagen so wenig verändert, dass ihre Entstehungsgeschichte fast mit der Gegenwart als zusammenfallend betrachtet werden kann [1]).

Schon in den dreissiger Jahren unterschied man die Kippwagen in Endkipper und Seitenkipper, je nachdem beim Abladen die Neigung des Kastens endwärts oder seitwärts erfolgte. Die Seitenkipper unterschied man wieder in solche, welche nur nach einer Seite oder nach beiden Seiten umkippten, in welchem letzteren Falle der Wagenkasten gewöhnlich aus zwei Theilen bestand (einen Doppelkasten bildete), von dem jeder nach einer Seite kippte [2]).

Indem wir hinsichtlich der Endkipper, als derjenigen Gattung, welche nur bei directer Verlängerung der Erddämme (beim Vorwärtstreiben eines Eisenbahnkörpers) ohne Seitenablagerung gebraucht werden, auf die vorher citirten Werke (insbesondere auch auf die S. 199) verweisen, besprechen wir hier die beiden andern Gattungen, ohne jedoch vorher auf die Vorzüge und Nachtheile derselben einzugehen.

Fig. 215 und 216 zeigen (in $\frac{1}{40}$ wahrer Grösse dargestellt) einen Seitenkipper, wie sie namentlich bei den Erdarbeiten der London - Bristol-Eisenbahn angewandt wurden [3]).

Fig. 215.



Dieser Erdwagen besteht aus zwei Haupttheilen, dem Gestell mit vier gusseisernen Rädern und dem zum Umkippen eingerichteten Kasten. Die Räder von $0^m,75$ oder 2,46 Fuss engl. Durchmesser

---

bewährt haben sollen. — Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer, T. 1, p. 399 bis 408 und T. 2, p. 575 bis 577. Beschreibung und Abbildungen älterer und neuerer Erdtransportwagen für Eisenbahnen, englischer und französischer Muster.

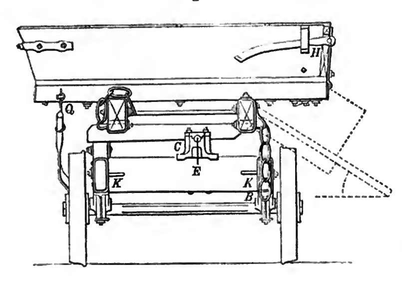
1) Man sehe deshalb die S. 199 aufgeführte ausführliche neuere und neueste Literatur über Eisenbahnfuhrwerke.

2) Ein Seitenkipper mit Doppelkasten findet sich namentlich bei Gerstner a. a. O. abgebildet.

3) Etzel a. a. O. Tafel 22.

mit schmiedeeisernen Achsen von $0^{m},75$ oder fast 3 Zoll engl. Stärke sind paarweise auf der Achse festgekeilt und ihre Schenkel drehen sich in gusseisernen Achsbüchsen. Letztere tragen das hölzerne Gestell *KK* des Wagens, welches aus zwei Längen- und zwei Querhölzern besteht und durch hölzerne (oder eiserne) Kreuzverspannung im Rechteckverbande erhalten wird.

Fig. 216.



Auf die Kastenquerhölzer sind die Lager *C* (Fig. 216) der Welle *E* des Kippkastens unmittelbar geschraubt und beträgt der Winkel, welchen der Boden des gekippten Kastens beim Ausleeren mit dem Horizonte bildet (Fig. 216 durch punktirte Linien angegeben) 35 Grad. Der Kippkasten ist aus starken Dielen zusammengesetzt, welche auf den Boden desselben in der Richtung des Ausleerens gelegt werden, um das Abgleiten der Erdmasse zu erleichtern. Auf dieser Seite bildet die Wand des Kastens eine Fallthür, deren Klinkenverschluss *H* sich durch eine einfache Bewegung und mit geringer Anstrengung öffnen lässt.

Ebenso macht das Kippen des Kastens, nach Lösen eines Riegels *L* (Fig. 215) keine grosse Mühe, da der Schwerpunkt des gefüllten Karrens etwas über die Lagerstellen *EC* (Fig. 216) hinausreicht.

Hoch beladen, fasst der Kasten 1,5 Cubikmeter oder circa 53 Cubikfuss (engl.) Erde.

Haken *J* und *N* (Fig. 215) werden beim Zusammenhängen je zweier Wagen zu ganzen Zügen erforderlich. In letzterer Beziehung bilden die Langhölzer *L* des Kippwagenkastens einen wesentlichen Theil der Construction, da an ihnen die genannten Kuppelhaken befestigt sind und sie ferner dazu dienen, die Stösse aufzufangen, welche durch das Anhalten und Abfahren der Züge zwischen den einzelnen Wagen entstehen.

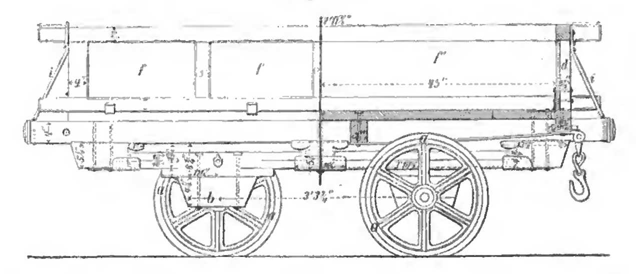
Auf die zwischen je zwei Rädern angebrachte Backenbremse *M*, mit dem Hebel *Q*, ist wohl kaum erforderlich besonders aufmerksam zu machen.

Die Fig. 217 und 218 stellen einen sogenannten festen Erdwagen dar, wie er mit Erfolg beim Baue der hannoverschen Staatsbahnen verwandt und bewährt befunden wurde. Diese Wagen liess man stets auf Interims-Eisenbahnen von 2 Fuss 2 Zoll hannov. (= 2,075 Fuss engl. = 0,632 Meter) Spurweite laufen, so dass selbst auf mässigen Dämmen vier Reihen Wagen zugleich entleert wurden, was ein rasches Arbeiten sehr erleichterte. Ihre Anwendung machte jedoch immer ein sogenanntes Sturzgerüst erforderlich, weil das Fortschreiten durch seitliche Aufschüttung erfolgte und also die Wagen immer weiter vorgeschoben werden mussten, als der Damm vollendet war.

Da es nach allem Vorhergegangenen (und bei den nach Maassstab gezeichneten Figuren) hier nicht erforderlich sein wird, die Construction dieses

Erdwagens in allen Theilen zu beschreiben, so werde nur erwähnt, dass in unseren Abbildungen die festen Endbords mit *d* und *e*, sowie deren eiserne

Fig. 217.



Verstrebungen mit *i* bezeichnet wurden, ferner *ff* die oben und unten in Haken *ggh* hängenden, beweglichen Seitenbords sind, deren Bäume man an beiden Enden so weit verlängerte, dass ein bequemes Anfassen möglich wurde. Uebrigens lassen die Figuren erkennen, dass man auch hier den Wagenkasten nicht direct auf die Achsen, sondern auf eine Art Holzfeder legte. Die 22 Zoll[1]) hohen gusseisernen Räder haben Kränze aus Schalenguss, um sie, soweit als möglich, unvergänglich zu machen. Die 2 Zoll im Durchmesser haltenden Schenkel (Zapfen) der ($2^1/_3$ Zoll starken) schmiedeeisernen Achsen laufen in ordentlichen Metalllagern und zwar in solchen aus Hartblei (85 Blei, 15 Antimon).

Fig. 218.

Das Eigengewicht des Wagens (Gewicht des leeren Wagens) beträgt 14 Ctnr., während er mit Erde beladen 50 bis 55 Ctnr. wiegt[2]).

1) Kleinster Durchmesser. Der grösste Durchmesser, einschliesslich Flantsch, beträgt 24 Zoll; die Gesammtbreite der Bandage $4^1/_2$ Zoll.

2) Der cubische Inhalt des Kastens beträgt 7,5 . 4 . 1,3 = 39 Cubikfuss. Weil jedoch eine Aufhäufung der Erde stattfindet, so entsteht noch ein Zuwachs von $1 \left(\frac{3{,}5 \cdot 4}{2} + \frac{4 \cdot 4}{3}\right) = 12{,}3$ Cubikfuss, so dass sich als Maximum 51,3 Cubikfuss bei zweifüssiger Böschung des Haufens ergiebt. Hierfür rechnet man $^1/_6$ Schachtruthe = $43^2/_3$ Cubikfuss **gewachsenen** Boden im Durchschnitt, welche Maasse einem Volumen von 49 Cubikfuss aufgelockerten Bodens, wie er gewöhnlich vorkommt, gleich ist.

Was den Transport dieser Wagen anlangt, so erfolgt derselbe in der Regel durch Pferde. Bei einem Gefälle von $^1/_{300}$ zieht ein mittelmässiges Pferd gewöhnlich vier beladene Wagen bergab und schreitet dabei pro Minute etwa 15 Ruthen = 70 Meter (4 Fuss = 1,17 Meter pro Secunde) fort.

Beim Bergauftransport zieht ein Pferd vier leere Wagen[1]) und nimmt, wenn es von dem Führer nicht stark angetrieben wird, eine Geschwindigkeit von 10 Ruthen = 46,8 Meter pro Minute ($2^2/_3$ Fuss = 0,78 Meter pro Secunde) an. Hiernach ist (für diesen speciellen Fall) die mittlere Geschwindigkeit der Pferde zu 12,5 Ruthen ($58^m,4$) pro Minute anzunehmen und daher der Weg pro Arbeitsstunde, wenn man 8 Minuten als durch Aufenthalt und Störung verloren rechnet, 52 . 12,5 = 650 Ruthen oder 3035 Meter oder endlich pro Tag (10 Arbeitsstunden) 6500 Ruthen = 4,1 deutsche Meilen = 30,35 Kilometer.

Mohr bemerkt ausdrücklich in unserer (unten) citirten Quelle[2]), dass an kurzen Wintertagen bei nur achtstündiger Arbeitsdauer die Leistung durch stärkeres Antreiben der Pferde ohne Nachtheil auf 700 Ruthen oder 3280 Meter pro Arbeitsstunde gebracht werden kann.

Bei einem Gefälle von $^1/_{100}$ liefen die hannoverschen Erdwagen noch recht gut allein bergab. Ein Transport gefüllter Wagen bergauf wurde bei Pferdebetrieb eine fehlerhafte Disposition genannt.

Bei sehr starken Gefällen, von wenigstens $^1/_{40}$, konnten die vollen Wagen eine gleiche Anzahl leerer Wagen unter Benutzung eines Seiles mit der erforderlichen Geschwindigkeit aufwärts ziehen. Zum weiteren Nachlesen über Pferdebetrieb bei Erdförderung auf Interims-Eisenbahnen kennt der Verfasser keine vortrefflichere Arbeit als die bereits citirte des Herrn Oberingenieurs Mohr, sowie über Seilbetrieb in gleicher Weise ein Aufsatz des Bauraths Durlach im Notitzblatte des Architekten- und Ingenieur-Vereins für Hannover Bd. III. (1853—1854), S. 479 zu empfehlen ist, welcher die Ueberschrift trägt: „Erdförderung auf einer selbstwirkenden schiefen Ebene".

Es erübrigt jetzt noch wenigstens einige der Vorzüge und Nachtheile der festen Erdwagen gegenüber den Kippwagen anzuführen.

Sieht man von den Endkippern ab, womit man allerdings Erddämme verlängern kann, ohne Sturzgerüste zu bedürfen, so ist der einzige (wesentliche) Vortheil der Kippwagen die Raschheit, womit man mittelst derselben (der Seitenkipper) die Erde an geeigneter Stelle abzuladen vermag. Dagegen haben sie die Nachtheile des beschwerlicheren Einladens (da der Kasten, der

---

1) Setzt man mit Mohr (Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins Bd. 11 (1865), S. 154) den Widerstandscoefficienten auf der Interims-Eisenbahn für die beschriebene Wagengattung = $^1/_{120}$ des gesammten Wagengewichts, so erhält man als mittlere Zugkraft eines Pferdes, für den Transport bergabwärts:

$$4 \cdot 50 \left(^1/_{120} - {^1/_{300}}\right) = 1{,}0 \text{ Ctnr.}$$

Beim Bergauftransport der leeren Wagen auf dieselbe Steigung von $^1/_{300}$ würde dagegen die mittlere Zugkraft betragen:

$$4 \cdot 14 \left(^1/_{120} + {^1/_{300}}\right) = 0{,}65 \text{ Ctnr.}$$

2) Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. 11 (1865), S. 155.

Kippvorrichtung wegen, sehr hoch zu liegen kommt), der kostspieligeren Anschaffung und Unterhaltung und endlich der ungleichen Lastvertheilung auf den vier Rädern, wodurch häufig Achsbrüche und andere Beschädigungen veranlasst werden [1]).

Um schliesslich auch die Frage nicht ganz unerwähnt zu lassen, wann man Erdtransporte bei Eisenbahnbauten mit Handschubkarren, mit zweirädrigen Karren, durch Menschenbetrieb auf Interimsbahnen bewirkt, wann man vierrädrige von Pferden gezogene Wagen verwendet, oder endlich letztere Wagen durch Lomotiven fortschaffen lässt, so werde bemerkt, dass naturgemäss Alles darauf hinauskommt, möglichst wohlfeil zu transportiren, und dass diese Kosten (unter sonst gleichen Umständen) hauptsächlich von den Entfernungen abhängen, auf welche die Erdmassen transportirt werden sollen. Indem wir hinsichtlich einer vollständigen Beantwortung aller hierher gehörigen Fragen auf die unten citirten Quellen verweisen müssen [2]), werde hinsichtlich der Transportentfernungen Nachstehendes bemerkt.

Auf Entfernungen von 50 bis 60 Ruthen (234 bis 281 Meter) transportirte man (nach Erfahrungen beim Bau der hannoverschen Eisenbahnen) mittelst Schubkarren (S. 89), welche man auf Holzbohlen laufen liess, und als äusserste Grenze dieses Transportes gewöhnlich 80 Ruthen (374 Meter) setzte. Hierbei waren jedoch grössere Massen vorausgesetzt, so dass man bei kleinen Erdmassen zuweilen noch eine Entfernung von 150 Ruthen (702 Meter) statthaft fand.

Der Transport mit zweirädrigen Karren (S. 86 u. 87), welche Menschen (auf doppelten Bohlenbahnen) fortschaffen, fängt gewöhnlich bei 50 Ruthen (234 Meter) an und hört ungefähr bei 200 Ruthen (936 Meter) auf.

Mit dem Transporte auf Interimsbahnen, wobei die vierrädrigen Wagen

---

1) Man sehe hierüber auch einen Artikel in Heusinger's Organ, Bd. 3 (1848), S. 199, welcher die Ueberschrift trägt: „Einfache und zweckmässige Erdtransportwagen auf der Taunusbahn."

2) Perdonnet, Traité élémentaire, 3. Edit., T. 1, p. 406. Hier ist namentlich ein Auszug aus Tabellen des französischen Strassen- und Brückenbau-Ingenieurs Brabant aufgeführt, der Beachtung verdient. Bemerkenswerth sind ferner betreffende Angaben in Plessner's Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen, zweite Auflage, Berlin 1866, S. 141, §. 65. Ferner sind die Instructionen hannoverscher Eisenbahntechniker zu erwähnen, woselbst sich als Anlage Nr. 6, Littr. B, schöne Tabellen mit der Ueberschrift finden: Zusammenstellung der Preise für Gewinnung und Transport der Bodenmassen. Zu den besten seiner Art, was dem Verfasser bekannt ist, gehören immer noch die von Mohr berechneten Tabellen in dem bereits vorher citirten Aufsatz (a. a. O. S. 159 bis 162) mit der Ueberschrift: Arbeitsleistungen und Kosten bei Erdförderungen." Von den neuesten Werken heben wir für vorbemerkte Zwecke auch die bereits Seite 86 und 199 empfohlenen Arbeiten von Sonne, Henz, Heyne und Petzholdt hervor und nehmen dabei Veranlassung, ebenfalls auf die beachtenswerthen französischen Werke von Goschler und Couche, sowie auf eine Arbeit des Ingenieur Hennings aufmerksam zu machen, welche sich in der Zeitschrift des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins, Jahrg. 1870, S. 64 etc. abgedruckt findet.

(Fig. 217) von Pferden gezogen werden, beginnt man in der Regel bei etwa 100 Ruthen (468 Meter) und hört bei 600 Ruthen (2808 Meter) auf. Ueber letztere Entfernung hinaus geschieht die Förderung vortheilhaft nur durch Locomotiven.

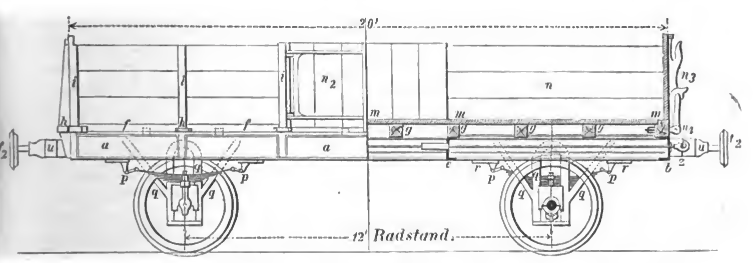
§. 17.

Eisenbahnwagen der Gegenwart.

Als charakteristische Merkmale der gegenwärtigen, neuesten, im Betriebe befindlichen (passiven) Eisenbahnwagen lassen sich hauptsächlich folgende hinstellen: stählerne Achsen, ganz schmiedeeiserne, Stahlguss- oder Hartguss-Räder, vortheilhaft angeordnete Achsbüchsen und Schmierapparate, eiserne Untergestelle, fast ausschliesslich vier- und sechsrädrige Fuhrwerke, geräumigere und bequemere Personenwagen, durchgängig doppelte, elastische Zug- und Stoss- (Buffer-) Apparate und durchgehende continuirliche Bremsen.

Nachstehende Abbildungen, Fig. 219 bis mit 222, stellen einen offenen vierrädrigen Güterwagen der hannoverschen Staatsbahnen mit ganz eisernem

Fig. 219.



Untergestell und hölzernem Oberbau dar, wie solche noch in grosser Zahl im Betriebe sind und welcher, bei 20 Fuss Kastenlänge, 100 Ctnr. Eigengewicht hat und 200 Ctnr. Tragfähigkeit besitzt.

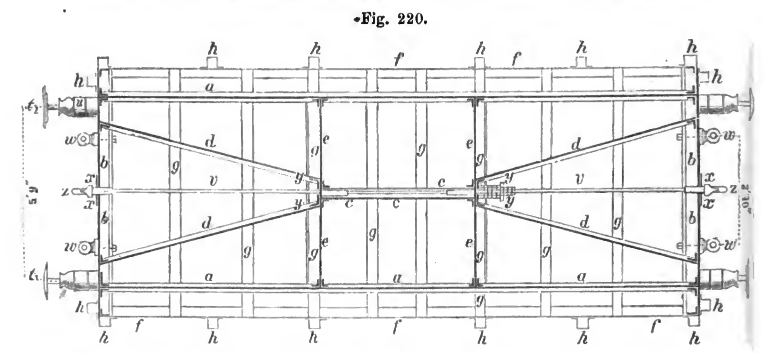
Das Untergestell wird aus zwei I-förmigen Langschwellen (Langträgern) *aa*, (Fig. 222 im Detail) zwei [-förmigen Kopfschwellen *bb*, und zwei [-förmigen Querschwellen *ee* gebildet, sämmtlich von $9\frac{1}{4}$ Zoll engl. ($23\frac{1}{2}$ Centimeter)[1]) Höhe und $\frac{3}{8}$ Zoll ($9\frac{1}{2}$ Millimeter) Dicke, ferner aus vier ebenfalls [-förmigen Streben *dd* und einem [-förmigen Riegel *c*, jeder der letzteren fünf von 6 Zoll Höhe und von sonstigen Dimensionen, welche aus Fig. 222 zu entnehmen sind. Die eisernen Langträger sind 19 Fuss $11\frac{1}{4}$ Zoll lang, die Kopf-

1) Sämmtliche Fuss- und Zoll-Maasse sind englische. Ein Fuss = 0,305 Meter und 1 Zoll = 25,40 Millimeter.

schwellen 8 Fuss, die Querträger 6 Fuss $4^1/_2$ Zoll, die Streben 7 Fuss $7^1/_2$ Zoll, der Riegel 5 Fuss $4^1/_2$ Zoll.

Die Verbindung aller dieser Theile zu dem in der Grundrissfigur 220 übersichtlich dargestellten Bau erfolgt durch Winkeleisen und Vernietungen.

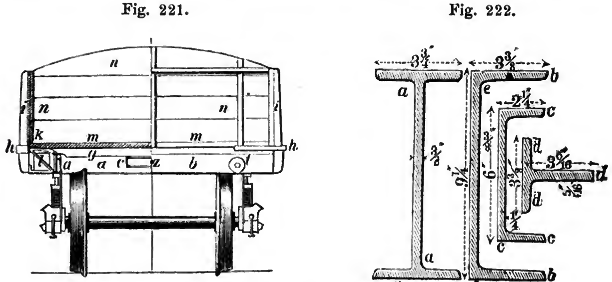
Fig. 220.



Der Abstand der Langschwellen, von Mitte zu Mitte derselben gerechnet, beträgt 6 Fuss $4^7/_8$ Zoll.

An jede Langschwelle sind fünf schmiedeeiserne ($1^3/_4$ Zoll breite und $^5/_8$ Zoll starke) Consolen und auf diese wieder 20 Fuss lange Seitenträger *ff* (Oberbäume, Saumschwellen) von ┬-Eisen genietet, welche zur Stütze des Fussbodens und der Bords, sowie zur Befestigung der Rungenkappen *hh* dienen.

Fig. 221. Fig. 222.



Die Dimensionen des Profiles dieser Seitenträger sind aus Fig. 222 zu entnehmen, wobei man sich jedoch (zur Correctur) die Buchstaben *dd* durch *ff* ersetzt denken muss.

Zur Unterlage des hölzernen $1^3/_4$ Zoll dicken Fussbodens *m* (aus 9 und 12 Zoll breiten Brettern mit Nuth und Feder zusammengesetzt) dienen zehn Querschwellen *gg* aus Eichenholz, welche fest auf den Lang-, Quer- und Kopf-

schwellen, den Streben und Riegeln ruhen und mit diesen durch $^1/_2$-zöllige, auch durch den Fussboden gehende Schraubenbolzen, an den eisernen Seitenträgern *ff* aber durch sogenannte Blattschrauben befestigt sind.

Die $1^3/_4$ Zoll starken Seitenbords *nn* sind aus drei, die Endbords aber aus vier Dielen von gleicher Breite mit Nuth und Feder zusammengesetzt. Die Befestigungen dieser Bords an den (3 Zoll breiten und 4 Zoll starken) Rungen *ii* geschieht durch $^1/_2$-zöllige sogenannte Fugenschrauben und in der Mitte der Bretter durch Holzschrauben. Die Oberkante der Bords ist mit Bandeisen bekleidet.

Alle überhaupt an derartigen Wagen vorkommenden Schrauben von derselben Stärke haben ein gleiches, rein ausgeschnittenes, mit dem Whitworthschen System übereinstimmendes Gewinde.

Die Seitenbords haben in der Mitte doppelflüglige Thüren n_2 (Fig. 219), deren Scharnüre an den benachbarten Rungen (Eckrungen von $4^1/_2$ Zoll Stärke) befestigt sind. Zur Verbindung der Bords über den Thüren dient eine an Scharnüren befestigte, aufzuklappende eiserne Flachschiene und zum Verschluss der Thüren ein durch einen Hebel zu bewegender Riegel, welcher oben in die Flachschiene und unten in einen Krampen eingreift.

Die Verbindung der Seitenbords mit dem einen Endbord links in Fig. 219 geschieht durch in einander greifende Haken, wogegen das andere Endbord rechts um oben sitzende Zapfen n_3 drehbar gemacht ist und durch eine an dem hölzernen Kopfträger sitzende Daumwelle n_4 geschlossen wird.

Umstehende Figuren 223 und 224 sind Abbildungen eines der neuesten königl. preuss. eisernen sogenannten Normal-Güter-Wagen, die nach vorstehenden Erörterungen keine besondere Erklärung erfordern dürften. Fig. 225 zeigt die betreffenden Profilformen, wobei die eingeschriebenen Maasse Millimeter sind. Selbstverständlich (mit Bezug auf Fig. 222) bezieht sich *aa* auf die Langträger, *bb* auf Kopfschwellen und ebenfalls Langträger, *cc* auf Querträger und *dd* auf die in Fig. 220 mit gleichen Buchstaben bezeichneten Streben.

In Bezug auf diese Normalwagen, wird es hinreichen, folgende Hauptdimensionen zu verzeichnen:

Totallänge der Langträger *FF* und des Wagenkastens . . 7200 Millimeter.
Abstand der beiden Langträger von Mitte zu Mitte der Tragrippe gemessen . . . . 1965 „
Breite des Wagenkastens . . . . 2600 „
Länge des rectangulären Mittelstückes *E*, zwischen welchem sich der Schneckenfeder-Buffer *C* befindet . . . . 1720 „
Höhe der Buffermitte über den Schienenköpfen . . . . 1040 „
Vorsprung der äussersten Bufferscheibenfläche vor dem Wagenkasten . . . . 630 „
Durchmesser der Räder . . . . 980 „
Achsstand . . . . 4000 „

Es erübrigt jetzt noch (von Rädern, Federn u. s. w. abgesehen) der elastischen Stoss- und Zug-Apparate zu gedenken. Die vorhandenen Buffer *u* (Fig. 219) wurden früher ausschliesslich aus Gummischeiben (von weiter unten angegebener Detailconstruction) gebildet, während die zugehörigen Bufferstangen abwechselnd mit pilzartigen und mit flachen Bufferscheiben t_1 und t_2 (Fig. 219) versehen sind, und zwar letztere Flächenformen aus den bereits S. 221 hinlänglich er-

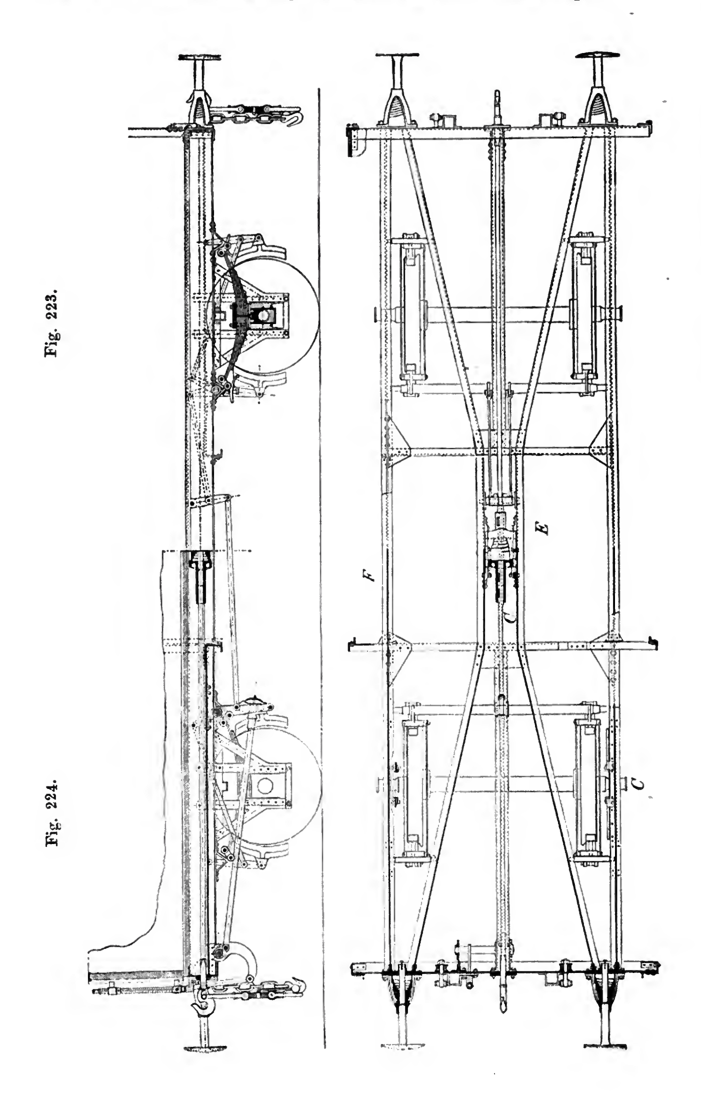
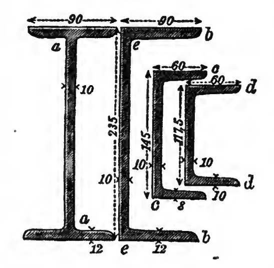


Fig. 223.

Fig. 224.

örterten Gründen. Später wurden alle Stossapparate aus sogenannten Schneckenfedern (Baillie-Federn) (Fig. 201 u. 202) gebildet, wie dies auch aus den vorher abgebildeten Normalwagen Fig. 223 u. 224 erkennbar ist.

Fig. 225.



Als Zugfeder dienten früher bei den Fig. 219 u. 220 abgebildeten Wagen fünf, rechts am Ende des Riegels *c* (rechts durch ein Rechteck *yy*) Fig. 220 angedeutete und nachher ganz speciell zu beschreibende Gummiringe, mit zwischengelegten Blechscheiben, wozu die $1\frac{1}{2}$-zölligen durch die ganze Gestelllänge gehenden Rundstangen *vv* gehören, welche an den Enden (d. h. an den Stellen, woselbst sie durch eine eiserne Platte *xx* gehen) quadratisch ($1\frac{3}{4}''$ □) gestaltet sind, um schädliche Drehungen zu vermeiden.

Die Bunde der Zughaken *z* gestatten der ganzen Stange *vv* eine Längenverschiebung von $2\frac{1}{2}$ Zoll nach jedem Ende hin. Ein jeder Zughaken *z* wird mit einer sogenannten Schraubenkuppelung (S. 222, Fig. 204) versehen, deren Bolzen in dem Zughakenloche so viel seitlichen Spielraum hat, dass die angespannte Kette bei seitlicher Bewegung den Zughaken eben berührt.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass *ww* die Oesen der sogenannten Nothketten (*k*, Fig. 199, S. 218) sind, welche mittelst hintergelegter Gummischeiben an die Kopfschwellen *bb* geschraubt sind.

Die Achshalter *q* (Fig. 219) haben $\frac{3}{4}$ Zoll Stärke und $2\frac{3}{4}$ Zoll Breite, während die zu beiden Seiten befindlichen Streben bei derselben Stärke nur $2\frac{1}{2}$ Zoll breit sind. Die Befestigung der Achshalter an den Langschwellen ist mittelst $\frac{5}{8}$-zölliger Nieten bewirkt. Die Federträger *rp*, Fig. 219, werden mit den Langschwellen durch $\frac{5}{8}$-zöllige Nieten verbunden, die abwechselnd durch die eine und durch die andere Rippe der Langschwellen gehen.

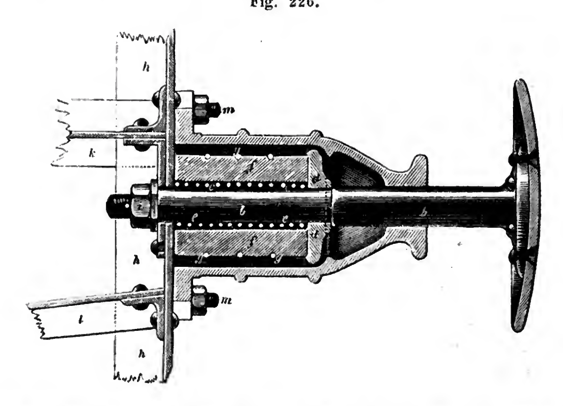
Auf Räder, Achsen und Achsbüchsen, ferner auf Bremsanordnungen der beschriebenen Wagen, sowie auf alle diese Organe für Eisenbahnfuhrwerke der Gegenwart überhaupt, kommen wir ausführlich zurück, sobald wir speciell deren Gummi-Buffer- und Zug-Apparate besprochen haben.

Wie aus Fig. 226 erhellt, ist die im Loch und auf der Rückseite gedrehte gusseiserne Bufferhülse mittelst Schrauben *mm* an den eisernen Kopfschwellen *hh* befestigt [1]). Die schmiedeeiserne rund abgedrehte Bufferstange *b* erhält zwei Führungen, nämlich eine rechts in dem röhrenförmig zusammengezogenen Ende der Bufferhülse und eine andere links in der [-förmigen Kopfschwelle *h*, wobei sie an letzterer Stelle noch durch eine Scheibe mit Schraubenmutter *i* und Vorstecker gegen Herausziehen verwahrt ist. Die grosse pilzartige Bufferscheibe ist durch Niete mit der hierzu am Ende gestauchten

1) Die Langträger des Untergestelles sind in Fig. 226 mit *k*, die Streben mit *l* bezeichnet.

Bufferstange *b* (wie aus der Abbildung erhellt) verbunden[1]). Mittelst eines Ansatzes drückt die Bufferstange *b* auf die starke, gusseiserne Scheibe *d* und

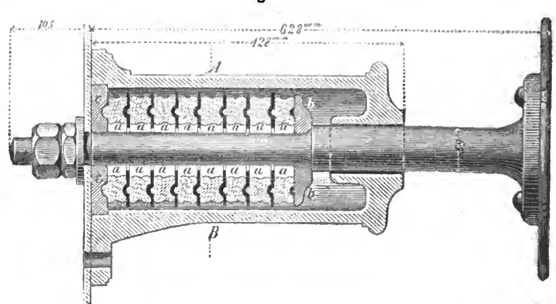
Fig. 226.



diese auf einen starken Gummicylinder *ff*, welcher innerhalb mit Spiralfedern *ee* ausgefüttert und am Umfange mit eisernen Ringen *gg* umgeben ist.

Zu den verbesserten aus Gummi gebildeten Stossapparaten neuerer Zeit gehört namentlich der des Oberingenieur Werther (in der Klett'schen Wagenfabrik zu Nürnberg), wovon Fig. 227 den Längendurchschnitt zeigt.

Fg. 227.



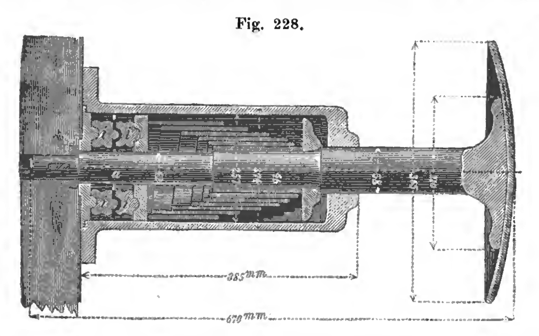
Die hier benutzten runden, in der Mitte durchlochten Gummischeiben *ii*, sind mit entsprechenden concentrischen, ringförmigen Vertiefungen und Er-

1) Man sehe auch Heusinger von Waldegg's Handbuch für specielle Eisenbahntechnik 2. Band (erste Auflage). Abschnitte „Stoss- und Zugapparate", S. 189 bis mit S. 205.

höhungen (in der Mitte der Auflagerfläche) versehen und zwischen je zwei derselben gestanzte Blechscheiben *aa* gelegt. Man erkennt leicht, dass durch diese Anordnung die schädliche seitliche Verschiebung der elastischen Gummimasse vermieden wird.

Dass sich in die ringförmigen Rillen der Zwischenscheiben *a* die entsprechenden Vorsprünge und Vertiefungen der Gummiringe einlegen, versteht sich von selbst, dagegen dürfte besonders auf den Umstand aufmerksam zu machen sein, dass sowohl zwischen der Bufferstange, als den inneren Wänden der Bufferhülse *AB* und den Gummiringen *i* ein gehörig freier Raum (in Wirklichkeit eine Hohlkehle) gelassen ist, um sowohl Material zu sparen, als das Anlegen des Gummis, sowohl an der Bufferstange als an der Bufferhülse zu vermeiden [1]). Einen sogenannten combinirten Buffer (ebenfalls nach Werther) aus einer Schneckenfeder und mehreren Gummischeiben bestehend, zeigt nachstehende Fig. 228, ebenfalls wieder im Längendurchschnitte

Fig. 228.



gezeichnet. Man will hierdurch einen harten Stoss beim vollständigen Zusammendrücken der Schneckenfeder vermeiden, sowie auch deren Zerbrechen so viel als möglich verhindern.

Um das Spiel der Schneckenfedern zu vergrössern (beispielsweise von 60 bis 80 Millimeter auf 120 Millimeter zu bringen) hat man zwei solche Federn hinter einander angeordnet, wie beispielsweise Fig. 229, nach Ausführungen der österreichischen Kaiser-Ferdinands-Nordbahn, erkennen lässt [2]).

Ebenfalls kegelförmig gewundene Schneckenfedern, jedoch aus Stahlstäben, mit ovalen sich nach dem Ende hin verjüngenden Querschnitten (von John Brown in Sheffield) [3]), finden namentlich auf englischen Bahnen viel Anwendung, während auf französischen Bahnen die Bufferfedern von Belleville [4])

1) Heusinger, Handbuch für specielle Eisenbahntechnik. Bd. II, S. 195 und S. 199.

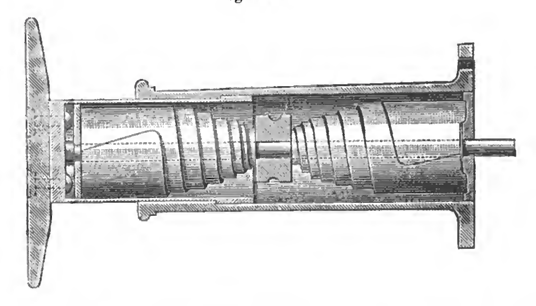
2) Ebendaselbst, S. 191.

3) Desgleichen, S. 192.

4) Goschler, Traité pratique etc. des Chemins de fer. Tome III, p. 382 und Couche, Voie matériel roulant etc. des Chemins de fer. Tome II, p. 174.

beliebt sind. Letztere bestehen aus kreisförmigen, schwach conischen, dünnen Scheiben, welche man aus gehärtetem Stahlblech gebildet hat und bei deren

Fig. 229.



Nebeneinanderreihen auf der Bufferstange, zwei aneinanderliegende Scheiben abwechselnd ihre concaven und convexen Flächen einander zukehren [1]).

Die Frage, ob Gummi oder Federn aus Stahl zu den Zug- und Stoss-Apparaten vorzuziehen sind, wurde bei der im September 1865 zu Dresden abgehaltenen Techniker-Versammlung der deutschen Eisenbahn-Verwaltungen dahin beantwortet, dass bei guter Construction und Ausführung, sowie bei gutem Materiale, sich beide Systeme bewährt hätten [2]).

Den bereits erwähnten Gummi-Zugapparat des Wagens Fig. 220 zeigt Fig. 230 (von unten gesehen) in $\frac{1}{8}$ wahrer Grösse. Ueber die Zugstange v ist erst eine starke gusseiserne Scheibe δ, sodann fünf Gummiringe $\alpha\alpha$, ferner zwischen letztere vier Bleche $\beta\beta$ und endlich eine ovale schmiedeeiserne Platte $\gamma\gamma$ geschoben, worauf das Ganze mittelst Schrauben kastenförmig am Querträger e des Wagengestelles gehörig befestigt ist.

Die Befestigungsschrauben gehen durch die Platte γ frei hindurch, die Schraubenbolzen bilden Führungen für die verschiebbare Platte, während sich die Gussplatte δ gegen einen Ansatz des viereckigen Theiles der Zugstange v lehnt, derartig, dass bei einer Verschiebung der Zugstange v von links nach

---

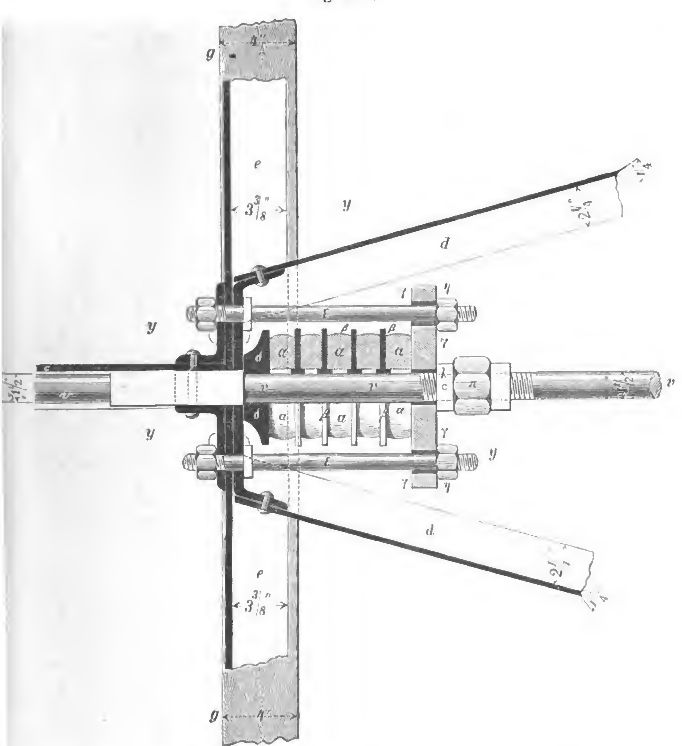
1) Hiernach lassen sich überhaupt folgende Gattungen von Buffer unterscheiden:

a) Buffer mit Gummifedern;
b) „ „ stählernen Blattfedern;
c) „ „ spiralförmigen Stahlfedern (Schneckenfedern);
d) „ „ stählernen Scheibenfedern.

2) Man sehe deshalb die betreffenden Referate in den „Fortschritten der Technik des deutschen Eisenbahnwesens." Wiesbaden 1866, S. 153. Auch der Berichterstatter über Eisenbahnwagen der Wiener Weltausstellung von 1873 (Bericht der deutschen Central-Commission. Bd. II), bemerkt S. 244: „dass zur Zeit der Kampf zwischen Stahl- und Gummifedern, bei den Stoss- und Zug-Apparaten der Wagen, noch nicht entschieden sei."

rechts die Platte δ mitgenommen und gegen die Gummischeiben gepresst wird. Rechts unmittelbar hinter der ovalen Platte γ ist auf der Zugstange v ein Bund λ durch einen Stift unverrückbar befestigt, während π die Mutter

Fig. 230.



einer Schraubenkuppelung ist, wodurch ein Justiren der Zugstangenlänge möglich wird. Bei einem von rechts nach links gerichteten Zuge drückt der Bund λ gegen die Platte γ und diese wieder presst die Gummischeiben $\alpha\alpha$ zusammen u. s. w.

Neuerdings hat man bei den hannoverschen Eisenbahnen diese Zugvorrichtungen ebenfalls mit den vorbeschriebenen Werther'schen Gummischeiben versehen, ferner die Zahl dieser Scheiben $\alpha\alpha$ vergrössert, d. h. 8 statt 5 in Anwendung gebracht, überhaupt die Anordnung so getroffen, wie die

Fig. 231 und 232 erkennen lassen. Hierzu bedarf es wohl kaum der Bemerkung, dass hier gleiche Theile mit denselben Buchstaben wie in Fig. 230 bezeichnet wurden.

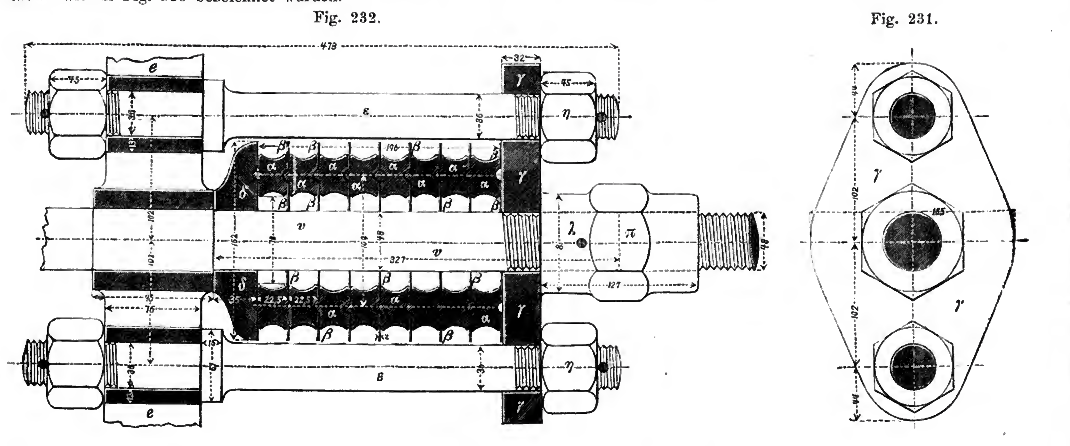


Fig. 232. Fig. 231.

Bemerkt zu werden verdient vielleicht noch, dass jeder der Gummiringe *α* einen Durchmesser von 144 Millimeter und 25 Millimeter Dicke hat, sowie dass im normalen Gleichgewichtszustande jeder Gummiring um $2^1/_2$ Millimeter zusammengepresst ist[1]).

---

1) Die technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen nach den Beschlüssen der Constanzer Versammlung von 1876 enthalten über Buffer und Stossapparate mehrere wesentliche Bestimmungen, denen wir folgende Paragraphen auszugsweise entnehmen:

Statt der Seite 222 Fig. 204 besprochenen und abgebildeten sogenannten Patent-Kuppelung schreiben die vorerwähnten technischen Vereinbarungen die nachstehende Fig. 233 und 234 skizzirte Schraubenkuppelung vor. Dieselbe

Fig. 233.

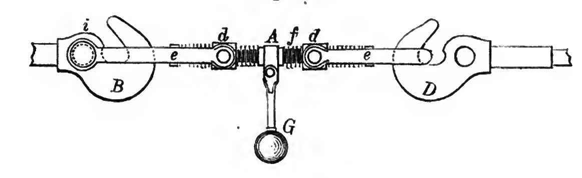
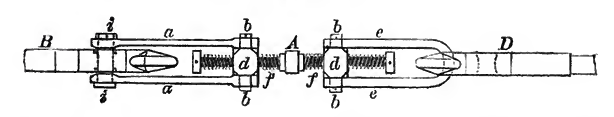


Fig. 234.



besteht aus zwei Bügeln *a* und *e*, welche mittelst Augen an abgedrehten Zapfen *bb* der Schraubenmuttern *dd* gelenkartig verbunden sind. Letztere stecken auf einer Schraubenspindel *f*, die man auf entgegengesetzten Seiten mit rechten und linken Gewinden versehen hat. Ein bei *A* befestigter Hebel wird durch das Gewicht einer Kugel *g* zum Herabhängen nach unten gezwungen, während durch geeignete Umdrehung dieses Hebels die Kuppelung verlängert oder verkürzt werden kann.

Der längere Bügel *a* ist bleibend in einem Auge *i* hinter dem einen Zughaken *B* befestigt, während man den anderen *e* in den Zughaken *D* des folgenden Wagens einhängt[1]).

---

§. 146. Die horizontale Entfernung von Buffermitte zu Buffermitte muss $1^{m},750$ betragen. Die normale Höhe des Mittelpunktes der Buffer über den Schienen wird auf $1^{m},040$ festgesetzt.

§. 147. Der Durchmesser der Bufferscheiben muss mindestens 340^{mm} betragen und die Wölbung der runden Scheiben 25^{mm} in der Mitte haben.

§. 148. Die Zugvorrichtung muss so construirt sein, dass die Länge, um welche sie gegen die Kopfschwelle hervorgezogen werden kann, mindestens 50^{mm} und nicht mehr als 150^{mm} beträgt.

1) §. 153 der vorbemerkten technischen Vereinbarungen enthält den Ausspruch, dass sich Nothketten als Mittel zur Verhinderung von Zugtrennungen nicht bewährt haben, daher in Wegfall kommen können und da wo sie vorhanden sind, nicht eingehängt werden sollen. Diesem entsprechend, hat man sich auch um die Construction von zuverlässigen Schraubenkuppelungen ohne Verwendung besonderer Nothketten bemüht, in welcher letzteren Beziehung namentlich auf die Construction des Obermaschinenmeisters Uhlenhuth aufmerksam zu machen ist,

Anlässlich der Preisausschreibung der Direction des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen vom 25. Juni 1873, betreffend eine Vorrichtung zum Kuppeln von Eisenbahnwagen, ohne dass ein Eintreten zwischen die Wagen erforderlich ist, sind allerlei Constructionen zur Gewinnung dieses Preises versucht worden, wovon hier notirt werden mögen die vom Maschinendirector Schäfer in Hannover[1]) und vom Oberingenieur Curant in Wien[2]).

Die zur Zeit beste derartige Schraubenkuppelung, um von Aussen das Verkürzen oder Verlängern zu bewerkstelligen, wobei zugleich die Schraubenkuppelung als Nothkuppelung verwandt werden kann und zwar mit Ausschluss von besonderen Nothketten, wurde in allerjüngster Zeit Herrn Becker, Central-Inspector der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn patentirt und ihm dafür der oben bezeichnete Preis (von 9000 Mark) zuerkannt. Beschreibung und Abbildung der betreffenden Anordnung findet sich in Heusinger's Organ etc., Jahrg. 1876, Seite 7. Der Verfasser bedauert, auf die sinnreiche Becker'sche Schraubenkuppelung (des Raummangels wegen) hier nicht weiter eingehen zu können, als zu erwähnen, dass der vorher in Fig. 233 mit AG bezeichnete Drehhebel nur oscillatorisch gehandhabt zu werden braucht, indem er als sogenannte Ratsche (mit Zahn und Sperrklinke) auf die Schraube mit rechtem und linkem Gewinde mittelst eines besonderen Hebels (von Aussen) einwirkt.

Was Achsen und Räder unseres Wagens anlangt, so wendet man bei sämmtlichen passiven Fuhrwerken der hannoverschen Staatsbahn überall dieselbe Gattung an, gleichgültig, ob ihr Zweck der Transport von Personen, Gütern oder sonstigen Lasten ist.

Das am meisten noch in Anwendung befindliche Modell (welches noch unter königl. hannoverscher Verwaltung eingeführt wurde) eines solchen Räderpaares nebst zugehöriger Achse[3]) ist Fig. 235 dargestellt, wobei sämmtliche eingeschriebenen Maasse englische sind und das Gesammtgewicht aller zu einem Ganzen vereinigten Theile 110 Zoll-Centner beträgt. Dabei besteht die Achse aus Gussstahl, die Nabe aus Gusseisen und der Oberreif (die Bandage) aus Puddelstahl.

Das neue (jüngste) Räderpaar-Modell der hannoverschen Eisenbahnen (unter königl. preussischer Verwaltung eingeführt) lassen die Fig. 236a und 237 erkennen. Hier sind die eingeschriebenen Maasse Millimeter und ist auch die Nabe aus Schmiedeeisen gebildet[4]). Das Totalgewicht aller Theile, fertig

---

über welche der letztere selbst in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Jahrg. 1872, S. 657 berichtet hat und zwar unter Beifügung ausführlicher Zeichnungen. (Auch in Heusinger's Organ, Jahrg. 1871, S. 134.)

1) Heusinger, Organ etc., Jahrg. 1875, S. 5.

2) Ebendaselbst, S. 121.

3) Das Material zu den bei Eisenbahnwagen überhaupt vorkommenden Achsen ist entweder Schmiedeeisen, Puddelstahl oder Gussstahl. Die schmiedeeisernen lassen sich wieder unterscheiden in solche aus Patentbündeleisen, aus Feinkorn- und gewöhnlich geschmiedetem Eisen. Die Gussstahlachsen sind beziehungsweise aus Tiegel-, Bessemer- oder Martin-Stahl gefertigt.

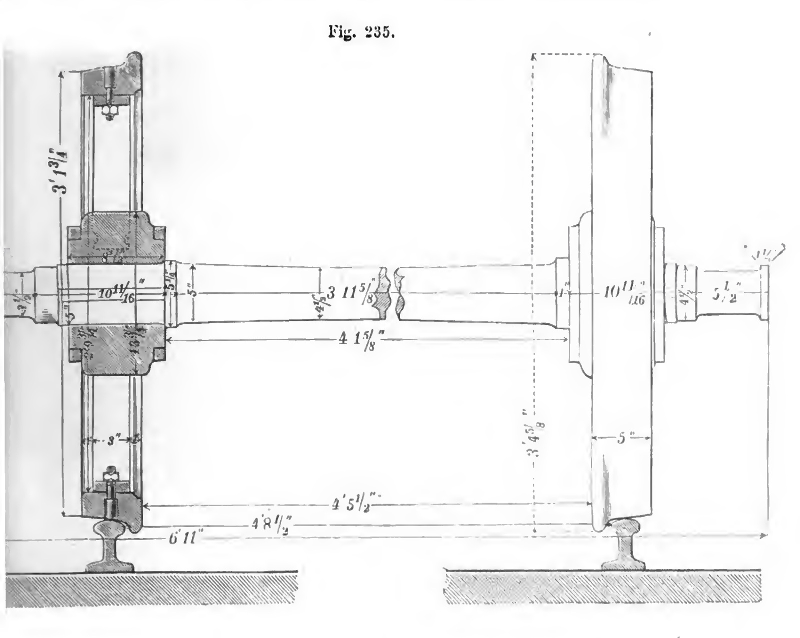
4) Im Allgemeinen gehören diese Räder zu denen mit Speichen nach Losh's Construction, worüber schon oben S. 205 berichtet wurde.

bearbeitet und für den Dienst zusammengesetzt, beträgt 904 Kilogramm, und vertheilt sich dies folgendermaassen:

Achse	194,5	Kilo.
Radsterne	278,0	„
Bandagen	428,0	„
16 Schrauben (a, a)	3,5	„
Zusammen:	904,0	Kilo.

Ferner verdient hervorgehoben zu werden, dass der äussere Umfang des Radreifens (die Bandage), d. h. die Lauffläche, bei ganz neuen derartigen Rä-

Fig. 235.



dern keine Fläche von überall gleicher Neigung bildet, sondern aus zwei Flächen von verschiedener Neigung zusammengesetzt ist, wie die in halber wirklicher Grösse gezeichnete Abbildung eines Radreifenprofils Fig. 237 erkennen lässt, wo die Neigung der einen Fläche ab gleich $1/_{10}$, die der anderen bc nur $1/_{20}$ ist. Diese Anordnung trifft man deshalb, um die Abnutzung der Laufflächen so viel als möglich auszugleichen. Bei einer Lauffläche von überall gleicher Neigung würde bald eine der Bewegung hinderliche Vertiefung ent-

stehen. Der Theil *ab* des Reifens ist ein für gerade Bahnstrecken fast nutzloses, für Curven aber ein durchaus erforderliches Stück.

Fig. 236.

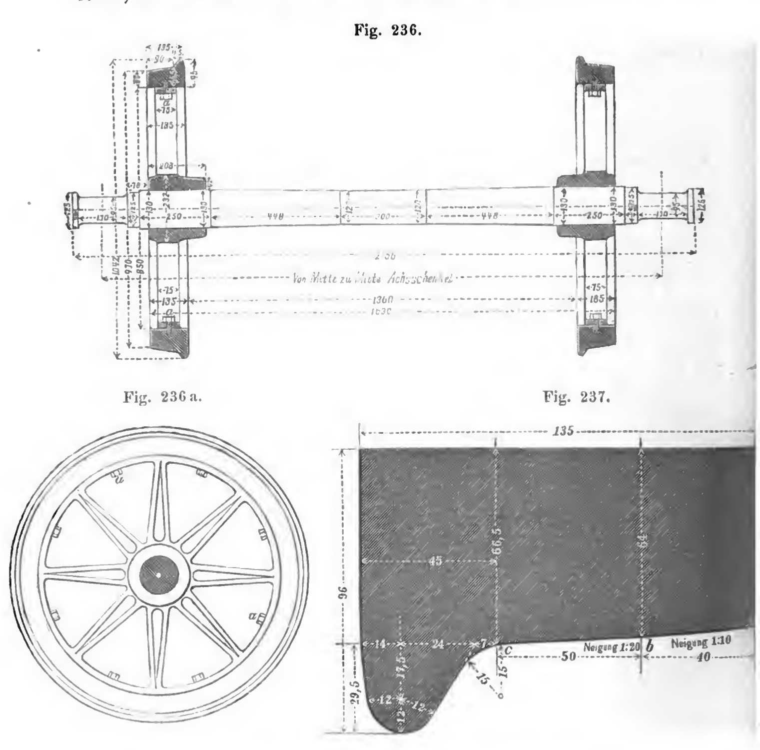


Fig. 236 a.

Fig. 237.

In Bezug auf noch andere zur Zeit im Gebrauche befindliche Eisenbahnwagenräder [1]), beispielsweise solche mit geraden oder gekrümmten ein-

1) Ueber die Fabrikation der Losh-Räder mit schmiedeeisernen Naben und zwar speciell die Herstellungsweise des grossartigen Etablissements für Eisenbahnbedarf zu Oullins bei Lyon, enthält die Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 6 (1862), S. 384, werthvolle, mit Abbildungen begleitete Notizen. Neuere Angaben enthält Heusinger's Handbuch etc. 2. Bd. (erste Auflage) S. 41, §. 5. — Günstige Urtheile (als Erfahrungsergebnisse) über Losh-Räder mit schmiedeeisernen Naben, finden sich namentlich in folgenden Quellen: Fort-

fachen Speichen und mit Radreifen aus Feinkorneisen, Bessemerstahl, Puddelstahl oder Gussstahl[1]) auf Blechscheibenräder oder auf hölzerne, sogenannte Blockräder[2]) muss sich der Verfasser auf die hier unten stehenden Quellen, sowie auf die im Nachstehenden noch folgenden (kurzen) Mittheilungen beschränken[3]).

---

schritte der Technik des deutschen Eisenbahnwesens in den letzten acht Jahren. Nach den Ergebnissen der Techniker-Versammlung (September 1865) deutscher Eisenbahnverwaltungen in Dresden. Herausgegeben von Heusinger v. Waldegg, Wiesbaden 1866. Hier findet sich u. A. S. 194 in Bezug auf Losh-Räder folgende Notiz: Die seit 1842 bei der Sächsisch-Westlichen-Staatsbahn im Betriebe befindlichen 10 000 Radgestelle nach Losh haben, ausser dem Ersatze von 89 Stück, noch gar keine Reparaturkosten herbeigeführt. Selbstverständlich ist hierbei von der Abnutzung und Erneuerung der Radreifen (Bandagen) abgesehen.

1) Abbildungen in Perdonnet's Traité élémentaire, Tome 2, p. 562 und besonders in den Profilzeichnungen der Actien-Gesellschaften Phönix in Laar bei Ruhrort und des Hörder Bergwerks- und Hütten-Vereins. Letztere sind auch im Buchhandel (Ernst u. Korn in Berlin, 1864) erschienen. Heusinger, Handbuch etc., Bd. 2, S. 50, §. 11 und §. 12.

2) Sammann, Amtlicher Bericht über Classe 5 der Londoner Industrie-Ausstellung im Jahre 1862. Des Gesammtberichts Bd. 3, S. 437 u. s. w. Daselbst wird auch über die Fabrikation der erwähnten Radreifen ausführlich berichtet. Neuere Angaben finden sich wieder in Heusinger's Handbuch etc. Bd. 2, S. 58, §. 15, sowie auch in desselben Verfassers Organ etc. des Eisenbahnwesens Jahrg. 1875, S. 235 in einem vortrefflich geschriebenen Aufsatze des Oberingenieur Claus in Braunschweig. Ferner verdienen noch Erwähnung Goschler, Exploitation des chemins de fer, Tome III (1868), p. 428 und Couche, Voie matériel roulant etc. Tome II. (1870), p. 143, §. 110.

3) Nach den technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Eisenbahnen, Grundzüge u. s. w. (Constanzer Versammlung 1876), wird §. 157 hinsichtlich der Radreifen eine conische Form von mindestens $^1/_{20}$ Neigung verlangt.

In den so eben citirten Grundzügen wird in Bezug auf Wagenräder noch Folgendes verlangt:

§. 158. Die Radreifen sollen eine Breite von mindestens 130^{mm} und höchstens 145^{mm} haben.

§. 159. Die Höhe der Spurkränze darf, von der Oberkante der Schienen gemessen, bei mittlerer Stellung der Räder nicht weniger als 25^{mm} und auch im Zustande der grössten Abnutzung nicht mehr als 35^{mm} betragen.

§. 160. Der Spielraum für die Spurkränze (nach der Gesammtverschiebung der Achse an dieser gemessen) darf nicht unter 10^{mm} und auch bei der grössten zulässigen Abnutzung nicht über 25^{mm} betragen.

§. 161. Die geringste noch zulässige Stärke der Radreifen darf bei Wagen 19^{mm} betragen und zwar an der Stelle gemessen, wo das Mittel vom Angriff der Bahnschienen den Radreifen berührt.

§. 162. Der Durchmesser der Wagenräder (und Tenderräder) soll mindestens 900^{mm} betragen.

Fig. 238 und 239 zeigen ein Scheibenrad[1]) aus Stahlguss vom Bochumer Vereine für Bergbau- und Gussstahlfabrikation, wie sie u. A. auch bei den hannoverschen Eisenbahnen in Anwendung sind. Hier bilden Naben, Radsterne (Speichen), Unterreifen und Bandagen ein einziges Gussstück, von der aus Fig. 238 erkennbaren Profilgestalt, wobei, ähnlich den Daelen'schen (siehe unten, Note 1) schmiedeeisernen Rädern, die Scheiben *kk*, zur Elasticitätserhöhung, doppelt gebogen sind und die Nabe *l* bei *mm* zur Vermeidung

---

Hinsichtlich der Achsen hat man sich über Folgendes vereinbart:

§. 166. Achsen vom besten Eisen können bei einem Durchmesser in der Nabe von

100mm	mit	3800 Kgr.
115mm	„	5500 „
130mm	„	8000 „
140mm	„	10000 „

Bruttolast im Maximum belastet werden. Bei Anwendung von Gussstahl (Tiegel-, Bessemer- oder Martin-Stahl) können diese Belastungen um 20 Proc. erhöht werden. Für Personenwagen sind, der Sicherheit wegen, die Maximalbelastungen um 20 Proc. geringer anzunehmen.

§. 167. Die Stärke der Achsschenkel ist der Bruttobelastung entsprechend zu wählen und wird mit Bezug auf §. 166 bei einem Schenkeldurchmesser von

65mm	eine	Bruttolast	pro	Achse	von	3800 Kgr.
75mm	„	„	„	„	„	5500 „
85mm	„	„	„	„	„	8000 „
95mm	„	„	„	„	„	10000 „

als Maximum für angemessen erachtet. Bei Anwendung von Gussstahl (Tiegel-, Bessemer- oder Martin-Stahl) können diese Belastungen um 20 Proc. erhöht werden. Diese vorstehenden Zahlen beziehen sich auf Schenkellängen bis zum $2\frac{1}{3}$ fachen des Durchmessers. Bei einer Verminderung des Durchmessers durch Abnutzung unter diese Maasse ist die Achse für die correspondirende Last ausser Dienst zu setzen. Auch bei den Achsschenkeln sind alle scharfen Absätze zu vermeiden und ist der Uebergang in dieselben durch eine entsprechende Curve zu vermitteln.

§. 168. Für alle Schrauben an den Wagen soll das Whitworth'sche Gewinde zur Anwendung kommen. Bremsspindeln und Schraubenkuppelungen sind hiervon ausgenommen.

1) Die sogenannten Scheibenräder der Eisenbahnfuhrwerke und insbesondere deren Fabrikation. Beschrieben und mit Abbildungen begleitet von Rühlmann in den Mittheilungen des hannoverschen Gewerbevereins 1858, S. 14. — Fabrikationsmethode von Eisenbahnrädern aus Schmiedeeisen, nach Daelen in Hörde, wobei Nabe und Speichen aus einem Stück gebildet sind. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 2 (1858), S. 287. — Ferner: Ebendaselbst Bd. 6 (1862), S. 579: Ludewig, Ueber Daelen's neue Construction von Scheibenrädern für Eisenbahnwagen. — Sammann a. a. O. S. 434: Ueber die Fabrikation der Daelen'schen Scheibenräder. — Endlich: Daelen's neue Befestigungsweise der Radreifen, Heusinger's Organ, Neue Folge, Bd. 1 (1864), S. 72, mit Abbildungen auf Tafel 6.

Fig. 238.

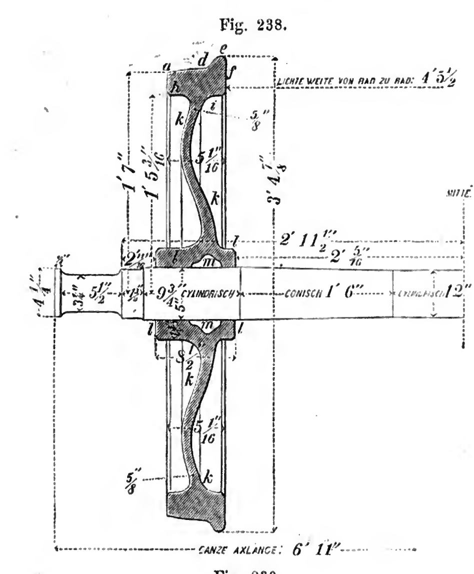
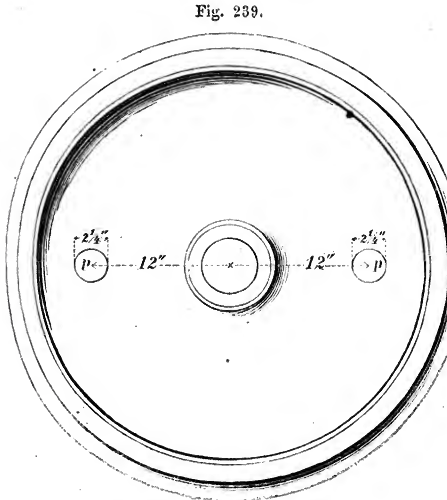


Fig. 239.



nachtheiliger Spannungen entsprechend ausgespart ist, endlich *pp*, Fig. 239, Löcher sind, welche beim Aufziehen der Räder auf die Achsen, sowie beim Abdrehen (Nachdrehen) des Reifens *aefh* erforderlich werden. Die Radachse, Fig. 238 (von beiläufig gesagt 5 Zoll Dicke an der Nabenstelle und 6 Fuss 11 Zoll Länge), besteht gleichfalls aus Gussstahl.

Auch das grosse Gussstahlwerk von Krupp in Essen liefert Gussstahlscheibenräder vorzüglicher Güte.

Bei den nordamerikanischen Eisenbahnwagen kamen zuerst sog. Hartgussräder, Schalengussscheibenräder, oder gusseiserne Räder mit harten (abgeschreckten) Laufflächen (cast iron chilled wheels), allgemein in Gebrauch, die sich sowohl durch ihre geringen Anschaffungs- und Unterhaltungskosten, als auch durch grosse Leistungsfähigkeit empfahlen.

Fig. 240 zeigt ein solches Rad aus der Fabrik von Washburn Hunts u. Comp. in Jersey

City[1]) mit zwei bauchigen $^5/_8$ bis $^3/_4$ Zoll starken Scheiben, welche zur Verstärkung des Kranzes mit geschlängelten Rippen *aaa* versehen sind, während

Fig. 240. Fig. 241.

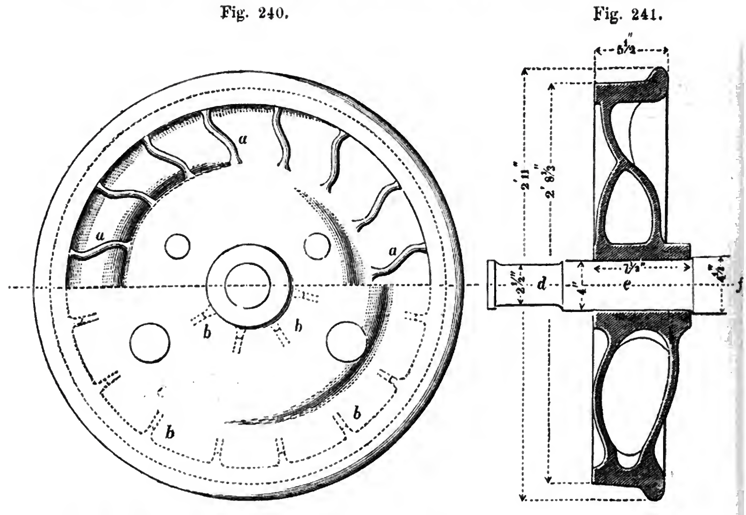


Fig. 241 eins der von Bush u. Lobdell in Wilmington (Delaware) gefertigten Räder mit ebenfalls zwei bauchigen Scheiben darstellt, wobei man sowohl Kranz als Nabe durch niedrige Rippen verstärkt hat.

Letztere Form wird von vielen Eisenbahn-Ingenieuren für die zweckmässigste gehalten.

Seit einigen Jahren haben die Hartgussräder (Schalengussräder) auch bei den europäischen Eisenbahnen Anwendung gefunden und besonders seit der Zeit, als sich zwei Etablissements (Ganz in Ofen und Grüson in Buckau bei Magdeburg) erfolgreich mit der Herstellung derselben beschäftigen[2]).

Auch Blechscheibenräder[3]) besonders nach Constructionen von Fiedler

---

1) Henz, Aufsätze, betreffend das Eisenbahnwesen in Nordamerika, Berlin 1862, S. 24: Die Räder, Achsen und Achsbüchsen der amerikanischen Eisenbahn-Fahrzeuge. Von S. 26 an wird (in dieser Quelle) die Fabrikation dieser Räder ausführlich besprochen.

2) Ausführliches über Schalengussscheibenräder von Ganz und Grüson findet sich in Heusinger's Handbuche der Eisenbahn-Technik (erste Auflage) Bd. II, S. 52 etc. Für Güterwagen ohne Bremsen lässt auch der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen Schalengussräder zu.

3) Hervorzuheben dürfte die Thatsache sein, dass wenigstens in Europa sogenannte Scheibenräder zuerst 1842 von Heusinger von Waldegg in Vor-

und Heusinger hat man neuerdings wieder empfohlen, worüber die unten notirten Quellen berichten. Von einer allgemeineren Verwendung solcher Räder ist dem Verfasser nichts bekannt geworden.

Endlich finden auch die Holzscheibenräder [1]), namentlich für nordische Eisenbahnen, wo sehr hohe Kältegrade recht nachtheilig auf Metallräder einwirken können, wieder Eingang. Hierzu kommt noch ihr verhältnissmässig geringer Anschaffungspreis und ihr geräuschloser Gang, in welcher letzteren Beziehung sie namentlich den Schalengussscheibenrädern vorgezogen zu werden verdienen [2]).

Es verbleibt jetzt noch über einen sehr wichtigen Gegenstand, nämlich über die sichere Befestigung der Reifen (Oberreifen, Bandagen) auf dem Unterreifen, Mittheilungen zu machen, wobei sich der Verfasser auf Folgendes beschränken muss.

Von Mitteln, um sowohl das Loslösen der Radreifen auf den Umfängen eiserner Radsterne und Radscheiben zu verhindern, als auch das gefährliche Aufwickeln und Fortfliegen gesprungener Reifen unmöglich zu machen, enthalten vorhergehende betreffende Abbildungen zwei Constructionsformen, nämlich die neuere Fig. 236 (Seite 264) mittelst einfachen Schrauben und die ältere Fig. 235 (Seite 263) mit durch die Bandage gehenden versenkten cylindrischen oder conischen Bolzen, die an der Innenfläche des Unterreifens durch einfache Schrauben festgehalten werden.

Der Verfasser kann nicht anders als erstere (neuere) Methode für unsicher und verwerflich erklären [3]). Ist nämlich auch bei durchgehenden Bolzenlöchern unläugbar eine Schwächung des Reifens herbeigeführt, so bietet eine solche Befestigung doch erhebliche Garantie gegen das Abfliegen, welche die Kopf-

---

schlag gebracht und auch ausgeführt wurden. Nur waren die Scheiben aus Eisenblech (zwei Scheiben von $1/8$ Zoll Blechstärke) gebildet und diese durch Nieten mit der gusseisernen Nabe und ebenfalls durch Nieten, unter Einschaltung von Winkeleisen mit einem hölzernen Felgenkranze verbunden. Auf letzteren wurde die Bandage rothwarm aufgezogen. Man sehe hierüber Heusinger's Organ, Bd. 3, S. 162 u. s. w. In jüngster Zeit hat der österreichische Ingenieur Fiedler diese Blechscheibenräder noch verbessert, indem er zwei doppelt gebogene Blechscheiben in der Mitte durch Nieten vereinigt, den inneren Umfang der Scheiben mit der Nabe beim Giessen der letzteren und den äusseren Umfang ebenso mit dem Schalengussreifen direct verbindet. Man sehe hierüber die Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 6 (1862), S. 612 mit Abbildungen auf Tafel 26. Weiteres ebenfalls im Heusinger'schen Handbuche Bd. II, S. 57. Das allerneueste aber im Organ f. d. Eisenbahnwesen, Jahrg. 1873, S. 95 unter der Ueberschrift: Doppel-Scheibenräder „System Heusinger".

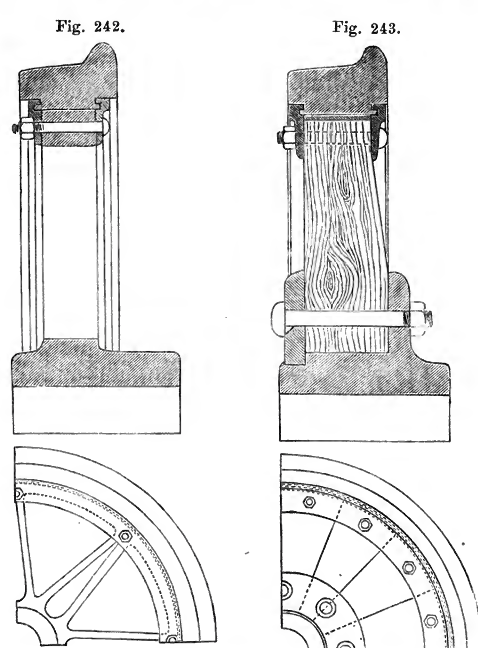
1) Heusinger's Handbuch etc. Bd. II, S. 58, §. 15.

2) Die technischen Vereinbarungen von 1876 enthalten in §. 156 folgenden Satz: „Radscheiben aus Holz sind unter Wagen, deren Bremsen nur auf ein Rad wirken, unzulässig!

3) Dasselbe ungünstige Urtheil wird auch gefällt in der „Schule des Locomotivführers" von Brosius & Koch. Zweite Auflage (1874), S. 296.

schraube nach den Erfahrungen anerkannter Eisenbahningenieure[1]) mit Sicherheit nie zu liefern im Stande ist und auch niemals geleistet hat. Das zuverlässigste Mittel, das Lösen und Wegfliegen der Reifen zu verhindern, bilden wenigstens zur Zeit die zuerst von Mansell[2]) in England (in Ashford, Grafschaft Kent) in Anwendung gebrachten Seitenklammern (retoining rings) namentlich, wenn man diese Seitenklammern doppelt mit rechtwinklig eingedrehten mindestens 6 bis 7 Millimeter starken Vorsprüngen in Anwendung bringt, wie dies aus den hier folgenden Abbildungen (eines Speichenrades nach Losh und eines hölzernen Scheibenrades) Fig. 242 und 243 ohne Weiteres erhellt.

Fig. 242. Fig. 243.



Herr Oberingenieur Clauss in Braunschweig, in seiner vorher citirten werthvollen Abhandlung über Eisenbahnwagenräder und sichere Befestigung der Radreifen, räth deshalb und namentlich auch nach den lang-

1) Oberingenieur Clauss in Braunschweig in Heusinger's Organ etc. Jahrgang 1875, S. 235.

2) Die englische Zeitschrift The Engineer vom 12. December 1862, p. 348 unter der Ueberschrift „Mansell's Railway Wheels". (Mit Abbildungen begleitet).

jährigen Resultaten englischer Eisenbahnen, die Mansell'schen Seitenklammern im Interesse der Sicherheit successive für sämmtliche Personen- und Gepäckwagen zu adoptiren und einzuführen [1]).

Allem Vorstehenden entsprechend lassen sich die zur Zeit bei Eisenbahnen in Anwendung befindlichen Räder wie nachstehend classificiren:

I. Speichenräder. (Räder mit sogenannten Radsternen.)	II. Scheibenräder. (Räder mit auf der Peripherie gleichmässig unterstütztem Kranze.)
a. mit geraden Speichen. b. mit gekrümmten Speichen.	a. Blechscheiben (nach Heusinger u. Fiedler). b. Schmiedeeiserne Scheiben, Nabe und Scheibe aus einem Stück, Bandagen aufgeschweisst, respective aufgenietet (nach Daelen, Krupp, Brown, Verdié, Naylor u. A.) c. Stahlgussscheiben (Bochumer Verein, Krupp in Essen etc.). d. Hartgussscheiben (Amerika, Ganz, Grüson), mit einer Scheibe oder zwei Scheiben. (c. und d.: Nabe, Scheibe und Reif aus einem Stück gegossen) e. Hölzerne Scheibenräder mit gusseiserner Nabe und gewalzter Bandage (nach Mansell, Zethelius etc.).

Einfach oder doppelt mit Naben aus Guss- oder Schmiedeeisen.

Was die Vorzüge und Nachtheile der einen oder der anderen dieser Radgattungen anlangt, so spricht bei der Entscheidung hierüber, ausser richtigen Constructionsprincipien und guter Ausführung, offenbar die Erfahrung wesentlich mit.

Selbstverständlich wird schliesslich dasjenige Rad zu den besten gezählt werden müssen, welches die Eigenschaften der Festigkeit, Dauer, Sicherheit und der verhältnissmässigen Wohlfeilheit im höchsten Grade in sich vereinigt. Demgemäss hat man sich bis zur Gegenwart bestrebt, namentlich Räder herzustellen, welche Betriebsstörungen und die Sicherheit gefährdenden Zufällen wenig oder gar nicht ausgesetzt sind, wohin gehören: das Loswerden und Springen der Bandagen, Lockern eingegossener Speichen oder Scheiben, Springen der Unterreifen und Naben u. d. m.

---

1) Herr Clauss zeigt (a. a. O. S. 235) unter Andern, dass sich allein im Jahre 1873, auf eine Gesammtlänge norddeutscher Bahnen von 3923 Kilometer, nicht weniger als 279 Reifenbrüche nachweisen lassen und dass sich, unter der ganz generellen Voraussetzung gleicher Verhältnisse für das Gesammtgebiet des Vereins deutscher Eisenbahnen von circa 43000 Kilometern, der Schluss bilden lässt, dass im Mittel 3000 Reifen pro Jahr zerspringen!

Letztere Uebel tragen mehr oder weniger die meisten Speichenräder mit aufgezogenen Reifen an sich, weshalb man sich bestrebte, diese zu verbessern oder durch ganz andere Constructionen zu ersetzen, was (leider) bis ietzt, trotz aller Bemühungen, noch nicht zu erreichen gewesen ist.

Die ältesten Räder für diese Zwecke sind die bereits erwähnten Hartgussräder der Amerikaner, welche allerdings Dauer und Wohlfeilheit mit der Eigenschaft in der Kälte weniger zu springen [1]) vereinigen. Trotzdem aber und ungeachtet der Verbesserungen in ihrer Herstellung durch Ganz, Grüson u. A., bei der Sorgfalt und Rücksicht auf Reisende und Zugbegleitungspersonal, welche man (namentlich in Deutschland) zu nehmen pflegt, haben sie bis jetzt eine allgemeine Anwendung nicht gefunden und dann nur vorzugsweise zu Güterwagen ohne Bremsen, weil nach dem Gusse dieser Räder leicht Spannungen in denselben erzeugt werden, welche die Festigkeit wesentlich beeinträchtigen können [2]).

Erfolgreicher haben sich die Stahlgussräder des Bochumer Vereins und die schmiedeeisernen (Daelen'schen) des Hürder Berwerks- und Hütten-Vereins gezeigt, wo Nabe, Scheibe und Bandagen beziehungweise ein gegossenes und zusammengeschweisstes Ganzes bilden. Von einigen Seiten wird behauptet, dass die Bochumer Räder die verhältnissmässig wohlfeilsten und dauerhaftesten sind, dass jedoch die Daelen'schen Räder bei Verwendung zu

---

1) In der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 6 (1862) wird S. 613 berichtet, dass die Schalengussräder der österreichischen Bahnen, im Winter 1860/61 eine glänzende Probe bestanden haben. Während nämlich in Folge der ungewöhnlichen Kälte sehr viele schmiedeeisernen Radreifen sprangen, war dies bei den gusseisernen Rädern nicht der Fall, obgleich in manchen Gegenden die Temperatur — 24° R. betrug.

2) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 6 (1862), S. 613, sowie Sammann im Berichte über Classe 5 der Londoner Industrie-Ausstellung von 1862, S. 436. Ferner in den Referaten der Dresdner (1865) Eisenbahn-Techniker-Versammlung, S. 195. An letzterer Stelle wird im Resumé von den Hartgussrädern gesagt, dass sie bei nöthigen Vorsichtsmassregeln für Güterwagen ohne Bremsen, unter gewissen Verhältnissen vortheilhaft gefunden werden können, aber zur Zeit keineswegs als vorzugsweise sichere Räder zu empfehlen seien. Maschinenmeister Kraus hält nur für erforderlich, eine langdauernde Einwirkung der Bremsklötze und Erhitzung der Schalengussräder zu vermeiden. In der Münchener Eisenbahn-Techniker-Versammlung (Septbr. 1868) wurde folgender Beschluss gefasst:

„Die Schalengussräder von erprobten Lieferanten können bei sorgfältiger Revision unter Güterwagen ohne Bremsen verwendet werden." Derselbe Beschluss wurde bei der Düsseldorfer Versammlung (Septbr. 1874) wiederholt.

Ein beachtenswerthes Erfahrungsresultat berichtet die Verwaltung der österreichischen Kaiser-Ferdinands-Nordbahn aus den Jahren 1865—1872 (Heusinger's Organ 1874, S. 85), welches also lautet:

Die Zahl von zehn an Schalengussrädern (von Ganz & Co. in Ofen) wahrgenommenen Brüchen während 8 Jahren bei gegenwärtig 17008 solchen Rädern im Betriebe, ist keine grössere als die, welche bei schmiedeeisernen Rädern eintraten.

Wagen mit Bremsen den ersteren vorgezogen zu werden verdienen[1]). Bei mehreren französischen Bahnen lobt man die Speichenräder von Arbel u. Comp.[2]), wo ebenfalls alle Theile zu einem festen Ganzen zusammengeschweisst sind. Bis weitere und längere Erfahrungen vorliegen[3]), wird man absolute Entscheidungen über die neueren Eisenbahnwagenräder vermeiden müssen und höchstens den hier unten in der Note[4]) abgedruckten Schlüssen beistimmen können, welche man aus den Referaten der wiederholt erwähnten Versammlungen deutscher Eisenbahn-Techniker zusammenstellte.

§. 18.

Achsbüchsen, Tragfedern und Bremsen[5]).

Wir wenden uns zunächst wieder zu dem oben S. 251 speciell zur Besprechung gewählten Güterwagen der hannoverschen Bahnen,

---

1) Heusinger, Organ, neue Folge, Bd. 2 (1865), S. 263.

2) Referate der Dresdner Eisenbahn-Techniker-Versammlung S. 196, sowie in Perdonnet's „Traité élémentaire," Tome 2. p. 563 u. 564. Auch in Sammann's Bericht, S. 435.

3) In einer Zusammenstellung über Wagenachsen und Räder preussischer Bahnen (Heusinger, Organ, neue Folge, Bd. 2. S. 84) wird u. A. auch angeführt, dass die Dauer der Scheibenräder mit aufgezogenen Bandagen und der Stahlguss-Scheibenräder nahezu gleich sei, da erstere 11300 Meilen, letztere unter gleichen Umständen 12000 Meilen bis zur ersten Abdrehung durchliefen. Man sehe auch eine werthvolle Abhandlung „Ueber die Radreifen bei Eisenbahnfahrzeugen" in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Bd. 6 (1862), Seite 606.

4) Bei der Dresdner Versammlung (1865) gelangte man zu nachstehenden Ergebnissen: Folgende Räder dürften als gut zu empfehlen sein: a. Gussstahlräder, für starke Leistungen (viele Meilen) ohne Bremsen, event. auch mit Bremsen unter günstigen Verhältnissen; also namentlich für Personenwagen auf frequenten Bahnen, vorläufig mit Ausschluss der Bremswagen auf Gebirgsbahnen. b. Schmiedeeiserne Scheibenräder mit schmiedeeiserner Nabe und Unterreif aus einem Stück, für alle Wagen brauchbar; jedoch dürfte sich die Wahl des Reifmatrials nach der speciellen Verwendung richten. Ungeschweisste Reifen dürften dabei in Vorzug sein, wenn sich die Fabrikation auf die Dauer bewährt, namentlich scheint die neue Hörder Fabrikation mit angeschweissten Bessemer-Reifen ein gutes Rad zu versprechen. c. Schmiedeeiserne Speichenräder mit schmiedeeiserner Nabe und Unterreif aus einem Stück, für alle Wagen brauchbar; in Bezug auf die Wahl der Reifen wie vorstehend.

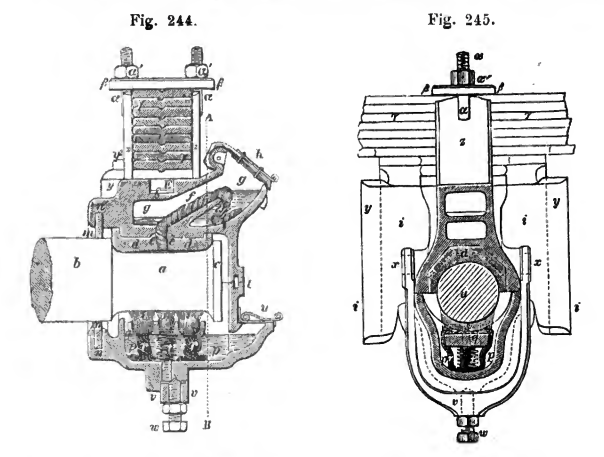
5) Heusinger v. Waldegg, Die Schmiervorrichtungen und Schmiermittel der Eisenbahnwagen. Wiesbaden 1864. Eine vom österr. Ingenieur-Vereine gekrönte Preisschrift. Der Verfasser liefert in dieser Schrift Zeichnung und Beschreibung von nicht weniger als 141 Stück verschiedener Achsbüchsen und erschöpft damit den Gegenstand bis zum Jahre 1864 fast völlig. — Georg Meyer

und betrachten nach einander dessen Achsbüchsen, Schmieranordnungen, Tragfedern und die dabei angewandten Radbremsen [1]).

Was zunächst die Achsbüchse anlangt, so stellen die Fig. 244 bis mit 248 eine solche in allen zum Verständniss erforderlichen Ansichten und Durchschnitten dar.

a ist einer der Schenkel (Zapfen) der Gussstahlachse, *b* der Nabenan-

Fig. 244. Fig. 245.



satz und *c* der Bund, alles Theile, deren Dimensionen aus der Fig. 235 (S. 263) zu entnehmen sind. *d* ist die Pfanne oder Lastschale aus Zinncomposition,

königl. Maschinenmeister der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Berlin, in Heusinger's etc. Handbuche der speciellen Eisenbahn-Technik (erste Auflage), Bd. II, S. 92 unter der Ueberschrift „Construction der Achsbüchsen nebst Beschaffenheit der Schmiermittel." Werthvolle Abhandlungen, deren Neuigkeiten bis Anfang des Jahres 1870 reichen. — Von letzterer Zeit ab finden sich beachtenswerthe Monographien in dem Heusinger'schen Organe für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, aus denen der Verfasser folgende hervorhebt: Stous-Sloot in Utrecht „Achsbüchsen der niederländischen Staats-Eisenbahnen". A. a. O., 1872, S. 187. Derselbe, „Betriebsresultate der Achsbüchsen mit verstellbarem Schmierpolster". A. a. O., 1875, S. 264. Schiffens in Utrecht „Achsbüchsen mit hängender Schmiervorrichtung (Cöln-Mindener Eisenbahn)". A. a. O., 1876, S. 139. — Ausserdem ist nachstehender, werthvoller Aufsatz zu beachten: Grove (Professor in Hannover), „Ueber Osenbrück's Circulations-Schmiervorrichtung für rasch laufende Zapfen". Mittheilungen des hannov. Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1874, S. 131.

1) Für preuss. Staatsbahnen sollen, für Wagen von 200 Ctr. Tragfähigkeit, die Schenkel (Zapfen) 95mm Durchmesser und 170mm Länge haben.

Hartblei oder Bronze bestehend [1]), deren Länge in unserem Beispiele 5 Zoll engl. (= 127 Millimeter), d. h. circa das $1\frac{1}{2}$ fache des Zapfendurchmessers beträgt [2]).

Bei *e* ist die Lagerschale durchbohrt, um einen Saugdocht *f* einführen zu

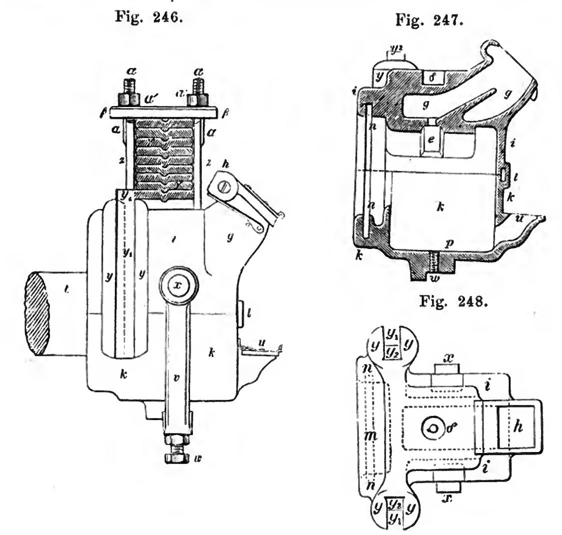


Fig. 246. Fig. 247. Fig. 248.

können, der die Oelschmiere (Rüböl) aus dem Magazine *g* dem Zapfen *a* zuführt.

---

1) Bei der königl. preuss. Verwaltung der hannoverschen Eisenbahnen werden die ersten beiden Lagermetalle, sogenannte Weissmetalle, in nachbenannter Weise zusammengesetzt: Zinncomposition. Es werden erst 59 Theile Zinn, 13 Thle. Antimon und $9\frac{1}{2}$ Thle. Kupfer zusammengeschmolzen und in dünnen Tafeln ausgegossen; darauf werden zu diesen $81\frac{1}{2}$ Theilen noch $88\frac{1}{2}$ Thle. Zinn zugesetzt, zum zweiten Male geschmolzen und für den Verbrauch ausgegossen. Hartblei wird aus 85 Thln. Blei und 15 Thln. Antimon zusammengesetzt; diese Legirung wird jetzt nur noch theilweise als Lagermetall benutzt, beispielsweise für Kieswagen, Erdtransportwagen u. d. m. Bei der Cöln-Mindener Eisenbahn wird Bronze als Lagermetall angewandt, welche aus 20 Thln. Kupfer, 2 Thln. engl. Zinn, 1 Thl. Zink und 1 Thl. Blei besteht. Ueber das Verhalten dieser Legirungen hinsichtlich der Zapfenreibungen sehe man Kirchweger's Versuche in Bd. 1 des Heusinger'schen Organs (neue Folge) S. 12 bis 16.

2) Sammann (im amtlichen Berichte der Zollvereins-Commission über die Industrie- und Kunst-Ausstellung zu London im Jahre 1862, Heft 17, Classe 5,

Wie aus der Betrachtung unserer Figuren bald erhellt, besteht die ganze Achsbüchse aus zwei Stücken, einem Ober- und einem Untertheil, die sich eben so rasch losnehmen wie befestigen lassen, was ein schnelles Revidiren und Repariren der Lager ermöglicht. Beachtet man zum noch bessern Verständniss der letzteren Bemerkungen die Fig. 246 u. 247, so erkennt man leicht die Trennungsfuge zwischen dem Obertheile *i* und dem Untertheile *k* der Büchse, sowie sich *v* als ein Bügel zum Verschluss der Achsbüchse mittelst der Schraube *w* und *xx*.(Fig. 246) als zwei Zapfen am Obertheile herausstellen, die zum Aufhängen des Verschlussbügels *v* bestimmt sind. Endlich ist *l* ein sogenannter Prisonstift, um vor nachtheiligen Verschiebungen zu sichern.

Da es (neben Einfachheit und rascher Revisionsfähigkeit) Hauptaufgabe jeder Achslagerconstruction für Eisenbahnwagen ist, diese so dichtschliessend zu machen, dass der Zapfen gegen eindringenden Staub und Schmutz möglichst gesichert und gleichzeitig kein Oel (oder anderes Schmiermittel) vergeudet wird, so hat man auch bei den hannoverschen Achslagern hierfür möglichst Sorge getragen.

Erstens hat man an der Nabenseite eine Dichtung durch einen Filzring *m*, Fig. 244, angebracht, der in einer ausgesparten Rinne oder einem Falze *n* Platz findet, und zweitens einen Sammelbehälter *pp* für das herabgeflossene Oel im Untertheile *k* der Büchse angeordnet.

Um das in *p* befindliche Oel dem Zapfen *a* wieder zuzuführen, hat man ein Polster (Schmierkissen) *q* hergestellt, dessen Körper eine Holzplatte ist, die man mit langhaarigem Plüsch überzogen, letzteren aber durch Filzstreifen befestigt hat. Mit diesem Polster stehen Dochte *rr* in geeigneter Verbindung, welche in das Oel der Kammer *p* tauchen und dieses aufsaugen. Das Schmierpolster *q* wird endlich durch eine Feder *t* gehoben, die Plüschhaare gegen den Schenkel *a* gedrückt und überhaupt letzterem das herabgeflossene Oel wieder zugeführt. Dass die Buchstaben *h* und *u* in sämmtlichen Figuren die durch Deckel verschliessbaren Eingänge in die Oelsammelräume *g* und *p* bezeichnen, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Ebensowenig wird die in den Seitenverstärkungen (Wulsten) *yy*, Fig. 246 u. 248, der beiden Achsbüchsentheile *i* und *k* ausgesparte Nuth y^1 eine Erörterung nöthig machen, in der die beiden Achshalterbacken beim Befestigen der ganzen Büchse im Wagengestelle Platz finden.

Einige Bemerkungen dürfte dagegen die Tragfeder $\gamma\gamma$ wünschenswerth machen.

Wie aus Fig. 245 erhellt, besteht die ganze Feder aus 9 Stahlblättern, welche frei auf einander liegen, jedoch, wie Fig. 244 erkennen lässt, in der Mitte mit beziehungsweise Warzen auf Vertiefungen ausgestattet sind, um unabsichtliche Verschiebungen zu verhindern.

Durch die Mitte aller Blätter geht ein $^5/_{16}$ Zoll starker, oberhalb mit Schraube und Mutter versehener Stift, während sie gleichzeitig zwischen dem

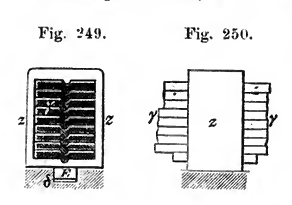
---

S. 442) führt an, dass die Lagermuschellängen gewöhnlich von 5 bis 7 Zoll variiren und nur bei der Great-Western-Bahn solche von $9^1/_2$ Zoll Länge vorkommen. Am zweckmässigsten macht man die Länge des Schenkels (Zapfens) gleich $1^3/_4$ bis 2mal Durchmesser.

sogenannten Federbügel zz, einem ⊔-förmigen, schmiedeeisernen Schuh mit Zapfen E (Fig. 244) liegen, der in das Loch δ hinabreicht. An den Federbügel zz sind zwei Schraubenbolzen $\alpha\alpha$ geschweisst, deren Muttern $\alpha'\alpha'$ die sogenannte Federplatte $\beta\beta$ erforderlicherweise gegen das Federpacket pressen.

Neuerdings hat man, wie die Fig. 249 und 250 erkennen lassen, den Federbügel z zu einer geschlossenen Kappe gestaltet und an die Mitte derselben das Federpacket $\gamma\gamma$ geschweisst. Mit dem Bügel z ist auch der Zapfen E fest vereinigt, der in das Loch δ des Lagerdeckels passt.

Fig. 249. Fig. 250.



Beiläufig gesagt, misst die oberste und zugleich längste Feder 3½ Fuss engl., von Auge zu Auge (der Aufhängung Fig. 219) gerechnet, während die unterste und neunte Feder nur 10 Zoll Länge hat, sämmtliche Federn aber 3 Zoll breit und ½ Zoll dick sind. Das Eigengewicht der Feder beträgt circa 39 Pfd., während sie einer Belastung des Achsschenkels und Lagers von 28 Ctnr. Wagengewicht und 50 Ctnr. Nutzlast, also einer Gesammt- (Brutto-) Belastung von 78 Ctnr. mit völliger Sicherheit zu widerstehen vermag. Die Probebelastung beträgt jedoch 125 Ctnr. [1]).

Die officielle Nachweisung über die Betriebsverwaltung der hannoverschen Staatsbahn pro 1875 enthält Seite 76 die Angabe, dass an Schmiermaterial (Oel und Talg) verbraucht worden [2]):

---

1) Die Enden der obersten Feder sind derartig rund gebogen, dass ein Ring von 2 Zoll äusserem und 1 Zoll innerem Durchmesser gebildet wird. Bei der Bruttobelastung von 28 Ctr. beträgt der Pfeil in der Mitte der Feder 3¼ Zoll. Die Totallängen der nach der ersten folgenden acht Federn sind 42 Zoll, 37⅜, 33, 28⅜, 23⅞, 19¼, 14½ und 10 Zoll. In England wird zu den Tragfedern der Eisenbahnwagen nur Cementstahl verwendet, der dort, gerade für diesen Zweig, ausserordentlich gut und billig gefertigt wird. Hierdurch erklärt sich auch die Möglichkeit, dass, ungeachtet der höchst anerkennungswerthen Anstrengungen deutscher Federfabrikanten, die Engländer immer noch die Concurrenz des Continents bestehen können. Man sehe hierüber auch Sammann a. a. O. S. 143 u. s. w.

2) Zur Erläuterung obiger Angaben diene Folgendes: Es legten (im Jahre 1875) 2000 Achsen der im Betriebe befindlichen Personenwagen 58 691 162 Achskilometer zurück und wurden 6944 Kilogramm Oel und Talg verbraucht, wonach sich ergiebt:

$$\frac{6\,944\,000}{58\,691\,162} = 0{,}118 \text{ Gramm pro Achskilometer.}$$

Ebenso legten 6768 Lastwagen-Achsen (6219 Achsen der Güterwagen und 549 Achsen der Gepäckwagen) im Jahre 1875 zurück: 291 467 152 Achskilometer (nämlich 267 450 998 die Güterwagen und 24 016 154 die Gepäckwagen), wobei an Oel und Talg verbraucht wurden 23 784 Kilogramm, also:

$$\frac{23\,784\,000}{291\,467\,152} = 0{,}090 \text{ Gramm pro Achskilometer.}$$

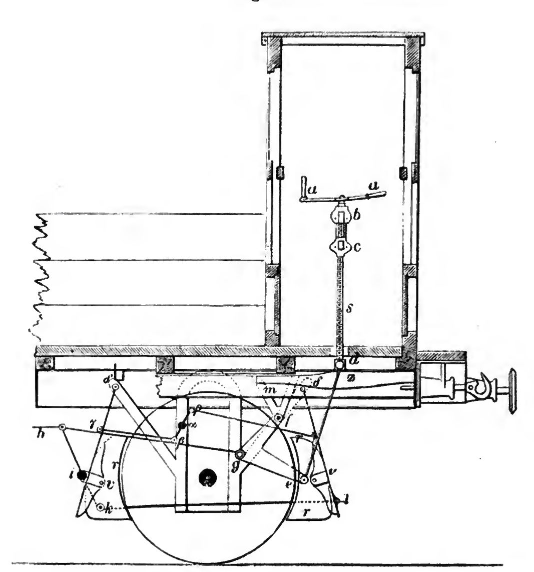
Bei den Personenwagen 0,118 Gramm pro Achskilometer und
„ „ Güterwagen 0,090 „ „ „

Nach Heusinger's Zusammenstellungen sollen Achsbüchsen für dickflüssige Schmiere, bei periodischer Schmierung und hinlänglich grossen Schmierbehältern, die grösste Oekonomie an Schmiermaterial bieten, demnächst die für dünnflüssige (Oel-) Schmiere unter sonst gleichen Umständen folgen, während die Achsbüchsen für dicke Schmiere am wenigsten den Anforderungen entsprechen, indem sie beispielsweise bei der österreichischen Südbahn [1]) einen Schmierverbrauch von 0,0072 Zoll-Pfund pro Achsmeile ergeben.

Die grössere Stärke und Länge der Achsschenkel scheint nur einen sehr geringen Einfluss auf einen stärkeren Schmierverbrauch zu äussern. Dagegen haben die Weissmetall-Compositionen der Lagerfutter auf den geringen Schmierverbrauch einen sehr vortheilhaften Einfluss.

Was nunmehr die Bremsen des als speciellen Fall und als Repräsentanten empfehlenswerther Construction immer noch im Auge behaltenen offenen Güterwagen anlangt, so giebt darüber Fig. 251 im Allgemeinen Aufschluss.

Fig. 251.



Zunächst hat man als Schutzmittel für den Bremser an einem Ende der

1) Heusinger, „Schmiervorrichtungen", S. 129.

Güterwagen, welche überhaupt mit Bremsen versehen sind, ein fast quadratisches Häuschen eingebaut.

Die schmiedeeisernen Bremsschuhe *vv* mit Backen *rr* von Buchenholz hängen zunächst in Löchern *δ* der Achshalter, sind aber überdies noch ein zweites Mal, indirect aufgehangen.

Damit sich nämlich die Bremsklötze beim Lösen der Bremse gleichmässig von den Rädern abheben und beim Anziehen möglichst concentrisch an die Radumfänge legen und ferner einseitige Uebergewichtswirkungen durch eine Welle *i* (von besonderem Zwecke) nicht nachtheilig werden können, hat man folgende Anordnung getroffen.

Fig. 252.

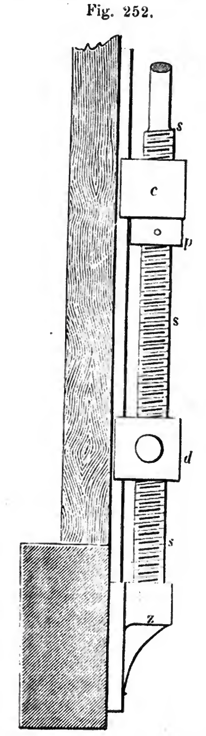
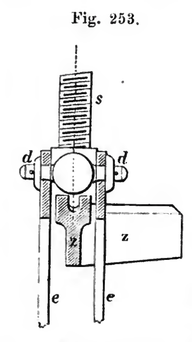


Fig. 253.



An den Querträgern des Unterwagengestells hat man ein Hängelager *m* befestigt und an diesem einen einarmigen, eigenthümlich gebogenen Winkelhebel *fge* (mit *f* als Drehpunkt) angebracht. Das rechte Ende dieses Hebels steht durch ein Zugstangenpaar *ed* mit der sogenannten **Bremsmutter** *d* in Verbindung (Fig. 252 in grösserem Maassstabe sichtbar, Fig. 251 und 253 ganz herunter gedreht gedacht), während die Mitte *g* durch eine Stange *gh* mit einem zweiten Hebel *hik* im Zusammenhange steht, dessen Drehpunkt eine starke Welle *i* ist, deren Lager auch am betreffenden (linken) Bremsschuh *v* sitzen. Das untere Ende *k* dieses Hebels hat man mit Zugstangen *kl* verbunden, die bei *l* den rechts befindlichen Bremsschuh fassen. Endlich hat man die Bremsschuhe oberhalb der Holzbacken *rr* mit den Enden *ββ* eines kurzen gleicharmigen Hebels (Balanciers), dessen Drehpunkt *α* ist, durch Stangen in geeignete Verbindung gebracht, wie dies ohne Weiteres aus der Abbildung erhellt.

Die Bremsspindel *s* (mit doppelgängigem Schraubengewinde von $1^5/_8$ Zoll äusserer Stärke) ist auf einem schmiedeeisernen Träger *z* (Fig. 253 im Durchschnitt und grösserem Maassstabe gezeichnet), gelagert, den man an die Querschwellen des Unterwagens geschraubt hat.

Um zu bremsen, oder das sogenannte Festdrehen zu veranlassen, erfasst der Bremser die am oberen Ende der Schraubenspindel *s* befestigte Handhabe *aa* und dreht nach einer solchen Richtung, dass ein Aufwärtssteigen der Bremsmutter *d* (Fig. 252 u. 253) erfolgt. Hierdurch werden zunächst die Stangen

ed aufwärts, der Arm *ge* und mit ihm die Stange *gh* nach rechts gezogen und überhaupt eine solche Drehung des Hebels *kih* und *i* veranlasst, dass auch die Zugstange *kl* von rechts nach links verschoben und der zur rechten Hand befindliche Bremsbacken an den Radumfang gepresst wird. Setzt während dieses Vorganges der Bremser die Drehung der Arme *aa* nach derselben Richtung fort, so tritt bald *k* als ein unverrückbarer Drehpunkt auf und zwar derartig, dass durch den von *h* nach *g* gerichteten Zug auch die Welle *i* und mit ihr der nach links befindliche Bremsbacken gegen den Radumfang gedrückt wird. Wie hierbei schliesslich auch der kleine Balancier $\beta\alpha\beta$ gedreht wird, und wie demnach die von seinen Enden ausgehenden Zugstangen auf das concentrische Anlegen der Bremsklötze *rr* wirken, versteht sich wohl ebenso von selbst, wie der Umstand, dass auch für das Bremsen des anderen Rades derselben Achse die ganz gleiche Anordnung getroffen ist.

Vom Punkte *h* der Stange *gh* aus geht noch eine längere Zug- und Schubstange *h* zu dem am andern Räderpaare befindlichen Bremsapparate, wodurch, in Verbindung mit der Welle *i* und dem Hebel *ik*, ein Uebergewicht links entsteht, welches durch Wirkungsweise des Balanciers $\beta\alpha\beta$ unschädlich gemacht wird und wodurch dieser seiner zweiten Bestimmung genügt, während die erste auf das Verdrehen der Bremsbacken zum concentrischen Anlegen derselben gerichtet war.

Noch ist auf die eigenthümliche Anordnung, auf eine sogenannte Sperrvorrichtung, aufmerksam zu machen, wodurch ein unnöthig weites Losdrehen der Bremse verhütet wird und dann zum Anziehen nur einige Schraubendrehungen erforderlich werden [1]).

In geeigneter Höhe ist auf der Bremsschraube *s* ein schmiedeeiserner Ring *p* (Fig. 252) unverrückbar befestigt (warm aufgezogen), welcher das Herabsteigen einer zweiten Mutter (Contra-Mutter) *c* begrenzt, die lose auf die Schraubenspindel *s* gesteckt ist. Wie bei der Bremsmutter *d*, so hat man auch eine Drehung der Mutter *c* durch eine Nuth verhindert, in welche eine geeignete prismatische Führung am Bremserhäuschen fasst.

Wird nun die Bremsspindel *s* fest angezogen, so steigt auch die Contra-Mutter *c* vertical aufwärts, tritt schliesslich vollständig aus dem Gewinde der Schraube und behindert in keinerlei Weise das Anziehen der Bremse.

Wenn man dagegen die Bremsspindel löst, so schraubt sich die (oben auf dem Schraubenende ruhende und durch ihr Eigengewicht wieder in die Gänge der Schraube fassende) Contra-Mutter *c* selbständig auf die Spindel und geht mit dieser so lange niederwärts, bis sie sich auf dem festen Ringe *p* lagert,

---

1) Die erste derartige Sperrvorrichtung wurde bereits in der Mitte der fünfziger Jahre von dem österreichischen Civilbeamten Lindner in Wien angegeben und auch sogleich bei einer grossen Zahl Wagen der österreichischen Staats-Eisenbahn-Gesellschaft, sowie bei anderen deutschen Bahnen eingeführt. Lindner's Anordnung war jedoch nicht so einfach wie die der hannoverschen Bahnwagen, indem man statt der Contra-Mutter eine parallel der Bremsschraube liegende Zahnstange mit Sperrkegel angebracht hatte. Man sehe die betreffende Beschreibung und Abbildung in Heusinger's Organ, Bd. 11 (1856), S. 99, Tafel 10 u. 11, sowie Heusinger's Handbuch etc., Bd. II (1870), S. 231, §. 9.

wodurch aber gleichzeitig ein ferneres Drehen der Schraubenspindel *s*, also auch ein unnöthiges Losdrehen der Bremse verhindert wird.

Diese Sperrvorrichtung erfüllt ihren Zweck (ein schnelles Bremsen zu ermöglichen) vollkommen, so lange sie g e h ö r i g r e i n und im gangbaren Zustande erhalten wird.

Ist sie dagegen verschmutzt, oder auf dem Gewinde nicht leicht gangbar, so versagt sie ihren Dienst, indem namentlich die Contra-Mutter *c* nicht wieder in das Gewinde der Bremsspindel *s* selbstthätig willig einfällt. In letzterem Falle kann es sogar vorkommen, dass eine festgeschraubte Bremse nicht wieder zu lösen ist, wenn nicht die Contra-Mutter mit der Hand wieder in das Gewinde geführt wird.

Seit mehreren Jahren hat man (nach Wissen des Verfassers zuerst auf französischen und belgischen Bahnen) sich bemüht, die hölzernen Bremsbacken durch solche aus Schmiedeeisen oder Gusseisen zu ersetzen, vornämlich deshalb, um an Unterhaltungskosten zu sparen, ein Erhitzen der Bandagen und das Verbrennen der Bremsklötze zu vermeiden [1]) etc.

In jüngster Zeit scheint die Verwendung eiserner Bremsbacken (namentlich aus Stahlguss) auch bei deutschen Eisenbahnen, Eingang gefunden zu haben, nachdem man verstanden hat, die Nachtheile, welche man namentlich den gusseisernen Bremsklötzen vorwirft, zu beseitigen, insbesondere das Brechen der Backen (Klötze) zu verhindern. Beachtenswerthe vergleichende Versuche wurden namentlich auf der oberschlesischen Eisenbahn angestellt, worüber der königliche Maschinenmeister G e o r g M e y e r, jetzt in Berlin, in der unten notirten Quelle [2]) ausführlichen Bericht erstattet hat. Zur Zeit scheinen sich Bremsklötze aus Stahlguss (Gusseisen gemischt mit Stahlspänen) besonders bewährt zu haben [3]).

Um einem bisher unberührt gelassenen Vorwurfe zu begegnen, den man den eisernen Bremsen noch macht, dass sie nämlich das Eigengewicht der Wagen vermehren, hat vor Kurzem der Ingenieur L a n g e, Obermaschinenmeister der Magdeburg-Leipziger Eisenbahn, eine Bremse entworfen und in Anwendung gebracht, welche in den Fig. 254 bis 256 skizzirt ist [4]).

Diese Anwendung hat noch den Vortheil, dass sich der Bremsklotz bei gelöster Bremse nicht an das Rad legt, was namentlich bei Verwendung eiserner Klötze wegen ihres grösseren Gewichts, auch wenn man Hülfsfedern anbringt, störend hervortritt. Herr L a n g e erreicht diese Vortheile in nachbemerkter Weise.

Er benutzt ein Hängeeisen *aeb* an dessen unterem Ende *b* der Bremsklotz *i* aufgehangen ist. Die Mitten der Bremsklötze tragen Augen *c*, durch welche einerseits die Bremswellen und andererseits die flachen Bremsverbindungsstangen mit Zapfen direct hindurch gesteckt sind, so dass sie sich drehen können.

---

1) **H e u s i n g e r**, Handbuch etc. Bd. II. (1870), S. 238, §. 14.

2) **D e r s e l b e**, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrg. 1871, S. 137.

3) Referate der VI. Versammlung der Techniker deutscher Eisenbahn-Verwaltungen. (Düsseldorf, September 1874) S. 223 bis mit 228.

4) **H e u s i n g e r**, Organ etc. Jahrg. 1876, S. 242.

Die Uebertragung der Bewegung von der Bremswelle und dem zugehörigen Klotze auf der einen Seite des Rades, unter Verwendung geeigneter Verbindungsglieder *eg* und *hl* und der Zugstange *fk'*, erhellt hinlänglich aus den Ab-

Fig. 254. Fig. 255.

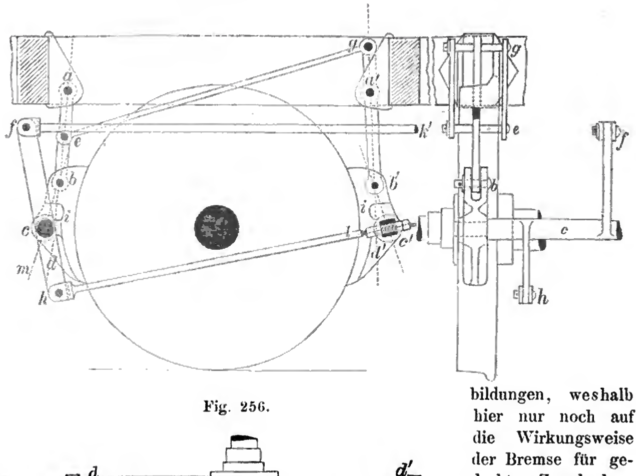


Fig. 256.

bildungen, weshalb hier nur noch auf die Wirkungsweise der Bremse für gedachten Zweck, hingewiesen werden soll.

Wie aus Fig. 254 erhellt, bilden die Mittellinien *ab* und *bc* einen stumpfen Winkel *abc* mit einander, während diese Mittellinien das Bestreben haben, sich beim Lösen der Bremse in eine Gerade *abcm* einzustellen. Hierdurch wird aber der Winkel *dbc* kleiner beim Lösen der Bremse, als wenn dieselbe angezogen ist und womit zugleich das obere Ende des Klotzes selbstthätig vom Rade abgehalten und eine Feder überflüssig gemacht wird.

Beide im Vorstehenden zuletzt besprochenen Bremsanordnungen (Fig. 251 bis mit 256) gehören zur Gattung der Doppelbremsen (zwei Klötze oder Bremsbacken für ein Rad), dem gegenüber in neuer Zeit sehr oft die einseitigen Bremsen vorgezogen werden, wie sich solche bereits an den allerältesten Eisenbahnwagen (Fig. 188 und 189) vorfinden.

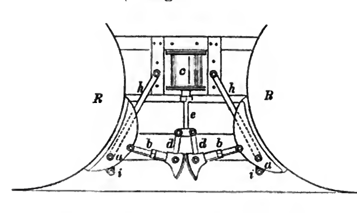
Allerdings ist nicht zu läugnen, dass bei Anwendung der letzteren Bremsgattung die Achsen einer grösseren einseitig wirkenden Horizontalspannung ausgesetzt sind, die Inanspruchnahme der Achsen auf Bruchfestigkeit viel bedeutender ist, bei einseitigen Bremsen auch das höchst unangenehme Schnarren

öfter eintritt, das Spiel der Tragfedern theilweis aufgehoben wird u. d. m. — Dessenungeachtet aber zeichnen sich die einseitigen Bremsen durch Wohlfeilheit der Anschaffung, geringes Gewicht, Einfachheit und billige Unterhaltung so wesentlich vor den Doppelbremsen aus, dass man sie gegenwärtig, namentlich bei den continuirlichen oder durchgehenden Bremsanordnungen, vorzugsweise in Anwendung zu bringen pflegt [1]).

Zu den beliebtesten und bewährtesten continuirlichen Bremsen der Neuzeit gehört die automatische Luftbremse des Amerikaners George Westinghouse in Pittsburg, dessen Patent jetzt durch eine amerikanische Compagnie, durch alleinige Anfertigung der Bremse in Amerika ausgebeutet wird [2]). Nachstehende Skizzen Fig. 257 bis mit 261 sind nach dem illustrirten Kataloge der genannten Gesellschaft (Pittsburg. Penn'a. 1876) gefertigt.

Fig. 257 zeigt die einfachste Anordnung dieser Bremse wie sie vorzugsweise bei Locomotiven in Anwendung kommt, so dass für diesen Fall *R R* die beiden Triebräder der Locomotive sind.

Fig. 257.



c ist ein mit comprimirter atmosphärischer Luft gefüllter Cylinder (the brake cylinder , in welchem ein geeigneter Kolben auf- und absteigen kann. Die Kolbenstange *e* desselben wird mit einem Kniehebel *b b* scharnirartig verbunden, wozu ein Kreuzkopf und die Zugstangen *d d* dienen. Die äusseren Enden der Kniehebelarme *b b* hat man mit den Bremsklötzen *a a* entsprechend vereinigt und letztere wieder, vermittelst der Hängestangen *h h* an dem Maschinenrahmen aufgehangen. Ferner sind *i i* Anker, durch welche die beiden Bremsklötze (für jedes Rad nur ein Backen oder Klotz) der einen Seite mit den correspondirenden der gegenüberliegenden Seite verbunden sind.

Der untere Raum des Cylinders *c* steht durch ein in unserer Skizze nicht

---

1) Der königl. Maschinenmeister Georg Meyer in Heusinger's Handbuche etc. Bd. II, S. 230, §. 8

2) Engineering vom 24. Mai 1872. Ferner „Die (in Zürich erscheinende Wochenschrift) Eisenbahn", Bd. II. (1875), Seite 143 unter der Ueberschrift „Bremsapparate". Hier wird u A. berichtet, dass die Westinghouse'sche Luftbremse bis dahin (März 1875) an 2232 Locomotiven und etwa an 6900 Personen- und Güterwagen angebracht ist und zwar bei 141 Bahnen in den Vereinigten Staaten und Canada Ferner wird angegeben, dass zu gedachter Zeit auch 66 Locomotiven und 448 Wagen bei 16 Bahnen in England, Schottland, Wales, Belgien, Südamerika, Cuba, Mexiko etc. damit versehen sind.

In derselben Quelle wird auch über die ähnliche Bremse eines anderen Amerikaners Smith mit Namen, berichtet der statt gepresster, verdünnte atmosphärische Luft (eine Vacuum-Bremse) in Anwendung bringt.

sichtbares Rohr mit einem Luftreservoir der Maschine in Verbindung. Gestattet man nun, durch Oeffnen eines entsprechenden Hahnes der gespannten Luft aus dem Reservoir unter den Kolben des Cylinders *c* zu treten, so wird letzterer und mit ihm die Kolbenstange *e* nach oben steigen und vermittelst des Kniehebels *b b* die Bremsbacken fest an die Umfänge der Räder *R R* anpressen. Will man die Bremse wieder lösen, so schliesst man den betreffenden Hahn und lässt die gespannte Luft aus dem unteren Raume des Cylinders *c* in die freie Luft ausströmen. Der Kolben sinkt sodann durch sein eignes Gewicht und durch das der Kniehebelglieder herab und löst die Bremse.

Die Anordnung der Westinghouse'schen automatischen Luftbremse für vierrädrige Trucks, der bereits vorher Fig. 195 abgebildeten amerikanischen Eisenbahnwagen lassen die Fig. 258 bis mit 261 erkennen. Die erstgenannte Fig. 258 zeigt die Ansicht des Apparates im Grundrisse, jedoch von unten aus betrachtet (den Beschauer zwischen den Bahngleisen auf dem Rücken liegend und nach oben blickend gedacht).

Dabei ist wieder *A* der sogenannte (in Fig. 257 mit *c* bezeichnete) Bremscylinder, dagegen *L* das Luftreservoir (Luftmagazin), mit dem Cylinder *A* in einer und derselben Horizontalebene liegend, *B* ist das, sich unter dem ganzen Zuge hin erstreckende Hauptluftrohr, welches mit der Luftpumpe auf der Locomotive communicirt. Ein Steuerventil (triple valve) *D* gestattet, bei gehöriger Stellung, dass sobald der Druck im Rohre *B* aufhört, die gespannte Luft aus dem Reservoir (von Westinghouse „Auxiliary Reservoir" genannt) *L* durch das Rohr *F* in den Bremscylinder *A* tritt, worauf die Bremse in Thätigkeit kommt und zwar in folgender Weise. Indem die Kolbenstange *a* aus dem Cylinder heraustritt, zieht diese eine andere Stange *e'* mit Hülfe des doppelarmigen Hebels *d* nach links, wobei beachtet werden muss, dass der mittlere Drehpunkt dieses Hebels nicht fest, sondern dass dieser durch eine noch andere Stange *g* mit

Fig. 258.

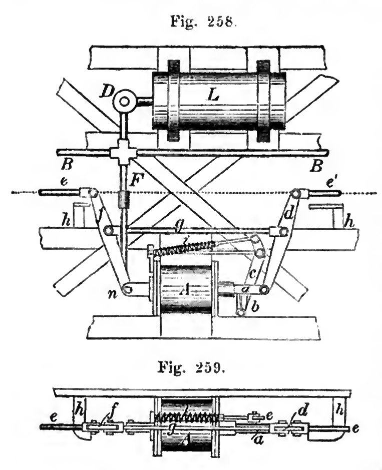


Fig. 259.

einem einarmigen Hebel *f* vereinigt ist, dessen unverrückbarer Drehpunkt in *n* liegt. Der andere Endpunkt des Hebels *f* ist mit der linken Zugstange *e* verbunden. Durch diese Anordnung wird die Bewegung der Kolbenstange *a* auf den Hebel *f* übertragen und somit auch auf die Stange *e*. Aus Allem erhellt aber, dass beim Vorschreiten der Kolbenstange *a* die beiden Zugstangen *e'* und *e* nach der Mitte hingezogen werden. Die Stange *e* aber ist mit der Bremse des linken Trucks, sowie *e'* mit der des rechten Trucks unterm Wagengestelle verbunden, so dass, wenn die Kolbenstange aus dem Cylinder heraustritt, alle

acht Räder (auf deren beiden Gestellen der Wagenkörper ruht) auf einmal gebremst werden.

Fig. 259 lässt die Anordnung des Bremscylinders *A*, der vorbemerkten Stangen, Hebel etc. in der Seitenansicht erkennen und zwar mit Hinweglassung des Luft-Hülfs-Reservoirs *L* von Fig. 258.

Soll die Bremse gelöst werden, so stellt man den anfänglichen Druck im Hauptrohre *B* wieder her, wodurch das Ventil *D* in die alte Stellung zurückkehrt, in welcher dasselbe den Cylinder *A* gegen das Reservoir *L* schliesst, denselben aber mit der äusseren Atmosphäre in Verbindung setzt. Die gespannte Luft kann also nun aus dem Cylinder *A* entweichen, wodurch eine Spiralfeder *i* in den Stand gesetzt wird, den Kolben vermittelst des Hebels *cb* wieder zurückzuschieben, was aber die Entfernung der Bremsklötze vom Umfange der Radreifen zur Folge hat. Die Knaggen *hh* begrenzen die Wege der Hebel *d* und *f*. Während des beschriebenen Vorganges wird zugleich die Luftmenge, welche aus dem Reservoir *L* in den Cylinder *A* übergegangen war, vom Hauptrohre *B* und vom Ventile *D* entsprechend ersetzt.

Fig. 260 und 261 zeigen beziehungsweise die Ansicht von unten (ähnlich Fig. 258) und die Seitenansicht der Bremsvorrichtung an dem rechts unterm Wagen befindlichen Truck und zwar der Deutlichkeit wegen in einfachen Linien.

Fig. 260.

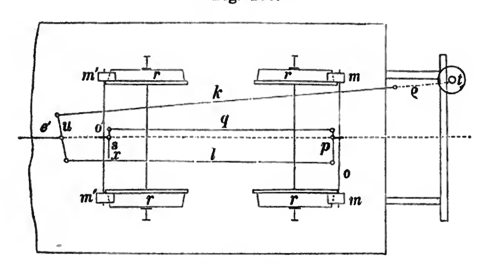
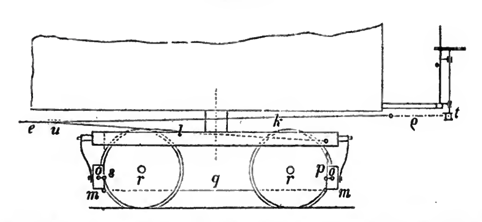


Fig. 261.



Dabei ist *e'* die Zugstange, welche mit dem Hebel *d* (Fig. 259) am linken Ende in Verbindung steht. Mit dem rechten Endpunkte ist *e'* mit dem einarmigen Hebel *u* verbunden, dessen fester Drehpunkt, unter Vermittelung einer Stange *k*, an einer kleinen Trommel *t* gebildet ist, wobei beachtet wer-

den muss, dass *k* in eine (durch punktirte Linien angegebene) Kette *ϱ* ausläuft. Die Welle der Trommel *t* trägt (wie aus Fig. 261 erhellt) ein Handrad, durch dessen Umdrehung die Lage des Hebels *u* regulirt werden kann. Der andere Endpunkt des Hebels *u* steht durch die Stange *l* mit dem einen Ende des doppel-ungleicharmigen Hebels *p* in Verbindung, dessen fester Drehpunkt an der steifen Stange *o* sitzt, welche die Bremsklötze *m m* mit einander vereinigt. Der andere Endpunkt des Hebels *p* ist durch eine Stange *q* mit dem correspondirenden Endpunkte des Hebels *s* vereinigt, dessen mittlerer Drehpunkt mit einer Stange *o* fest verbunden ist, woran die linksseitigen Bremsklötze *m' m'* sitzen, und wobei der feste Drehpunkt *x* wieder am Gestelle des Trucks ein unverrückbares Auflager findet. Dieser Anordnung zufolge werden alle vier Bremsklötze desselben Trucks gleichzeitig fest gegen die Räder *r r* gepresst, sobald die Stange *e'* nach links gezogen wird, dagegen auch alle gleichzeitig gelöst, wenn man *e'* nach rechts drückt.

Zusatz. Was die Zahl der in jedem Zuge erforderlichen Bremsen betrifft, so lässt sich diese allerdings, wenigstens annähernd, berechnen, wie u. A. in einem betreffenden Artikel der (Züricher) Schweizerischen Wochenschrift „Die Eisenbahn" Jahrgang 1874, S. 223 unter der Ueberschrift „Theorie der Bremsen", neuerdings wieder versucht worden ist. Rathsamer ist es dagegen, den Vorschrifteu zu folgen, welche der Erfahrung entlehnt sind, die u. A. in den technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen zu finden sind. In den Protocollen der Constanzer Versammlung von 1876 finden sich diese Vorschriften §. 187 abgedruckt.

§. 19.

Personenwagen.

Als Prototyp der heutigen Eisenbahnpersonenwagen wählen wir zwei Wagen erster uud zweiter Classe der hannoverschen Bahnen, wovon Fig. 262 eine Längenansicht in circa $^1/_{48}$ wahrer Grösse[1]) und zwar so dargestellt ist, dass man in der einen Hälfte das äussere Bild des Wagens, in der anderen Hälfte von dessen Einrichtung und Ausstattung im Innern hinlänglich Kenntniss erhält.

Das Untergestell dieses Wagens wird zunächst gebildet aus zwei I-förmigen eisernen Langschwellen von $9^1/_4$ Zoll (235 Millimeter) Höhe und $^3/_8$ Zoll (9,5 Millimeter) Stegstärke, acht eichenen Querschwellen, vier eichenen Streben und zwei eschenen Kopfschwellen. Die Verbindung dieser Theile ist durch Winkeleisen, Schraubenbolzen und Blattschrauben hergestellt. Räder, Achsen, Achsbüchsen, Buffer- und Zug-Apparate, Schraubenkuppelungen und Nothketten, alles dies stimmt völlig mit dem überein, was bereits über die neuesten Güterwagen derselben Bahn mitgetheilt und erörtert wurde.

---

1) Die vorzüglichsten oder Haupt-Maasse finden sich weiter unten in einer Note zusammengestellt.

Verschieden ist jedoch der Achsenstand, nämlich $10\frac{1}{2}$ Fuss engl. (3,20 Meter) von Achse zu Achse gemessen, also 21 Fuss (6,4 Meter) Entfernung der beiden äusseren Achsen.

Die Mittelachsen sind in der bereits früher erörterten Weise in den Achsbüchsen nach jeder Seite um circa $\frac{3}{4}$ Zoll verschiebbar Die Entfernung zweier gegenüberliegender Achshalter beträgt, von Mitte zu Mitte gemessen, 5 Fuss $11\frac{3}{4}$ Zoll für die End- und 5 Fuss $10\frac{7}{8}$ Zoll für die mittleren Achshalter.

Jede Achse liegt ausserdem zwischen den Rädern in zwei sogenannten Nothachshaltern, welche an den Querschwellen und unter den Streben befestigt werden und in 3′ 4″ Entfernungen von einander angebracht sind.

Nächstdem haben die Tragfedern eine grössere Länge als die der Güterwagen und die Mittelfedern sind weniger gespannt als die Federn der Endachsen. Von Mitte zu Mitte der Augen beträgt die Länge der Oberfeder 6 Fuss 6 Zoll, während die ganze Feder aus acht, fest auf einanderliegenden Blättern (von abnehmender Länge) besteht, deren jedes 3 Zoll Breite und $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke hat.

Die beiden zu jeder Feder gehörigen Spannböcke werden an den Langschwellen des Wagens befestigt, und beträgt die Entfernung zweier Böcke derselben Feder 7 Fuss $4\frac{1}{2}$ Zoll.

Zwischen Untergestell und Oberwagen hat man $1\frac{1}{8}$ Zoll dicke Gummischeiben gelegt, um harte Vibrationen aufzufangen, ausserdem werden, um ein Verschieben des Oberwagens zu verhüten, an jede Kopfschwelle zwei starke Zapfen geschraubt, die in Löcher der Kastenschwellen greifen.

Zur Stütze des Oberwagens sind an jede Langschwelle vier gusseiserne Consolen genietet, sowie man ausserdem an jeder Langschwelle fünf Einsteigetritte und ein Laufbrett angebracht hat, alles Theile, die ohne Weiteres in Fig. 262 erkennbar sind.

Der ganze Oberwagen von 31 Fuss (9,50 Meter) Länge enthält ein Coupé erster und vier Coupés zweiter Classe. Das Gerippe desselben (das Obergestell) wird gebildet aus Kastenschwellen, Deckrahmen, Bodenträgern, Spiegel- und oberen Wasserleisten (Gesimsleisten) von Eichenholz, ferner aus Säulen, Riegeln und Fenstereinfassungen von Eschenholz, weiter aus Fussböden, Deckenbelag, Scheerwänden, Wandbekleidungen von Tannenholz oder Lärchenholz, aus Sitzrahmen von Eichenholz und endlich aus Fensterrahmen, Fenster- und Thürbekleidungen im Innern des Wagens, Schiebervorrichtungen, Sitzschwingen sämmtlich von spanischem Nussbaumholze [1]).

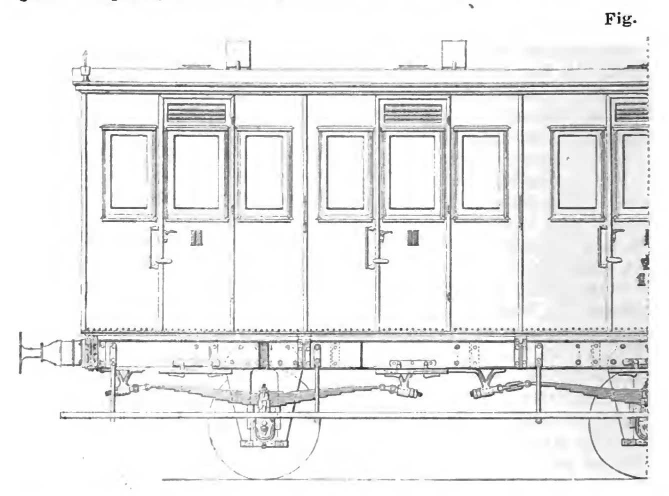
Die Thüren gehen so tief herunter, dass sie mit der unteren Kante der Kastenschwelle abschneiden; ihre beiden Seiten und die Oberkante sind mit eisernen Schlagleisten in Rund- und Flacheisen versehen. Zur Sicherung gegen

---

1) Zum Schutze gegen Feuchtigkeit und Fäulniss, sowie zur innigen Verbindung aller Holztheile unter sich und des dabei verwandten Eisens tränkt man deren Berührungsflächen vor der Zusammensetzung mit heissem Leinölfirniss und wenn dieser trocken ist, streicht man wenigstens einmal mit fetter Oelfarbe. Ist auch letztere trocken, so erhält das Ganze noch einen dicken Auftrag von fetter Bleiweissfarbe. Ebenso werden alle Eisentheile in den Berührungsflächen sorgfältig mit Mennigfarbe gestrichen.

Verpackung ist an das Flacheisen der Schlagleiste ein Stahlprisma gelöthet, welches in einen entsprechenden Schlitz des Schliessbleches der Thürsäule greift. Aufgehangen sind die Thüren in drei messingenen Scharnüren und

Fig.



werden geschlossen durch zwei nur von aussen zu öffnende Schlösser (ein Federschloss und ein Vorreiberschloss).

Wie aus der rechten Seite unserer Abbildung erhellt, hat der Wagenkasten zwei Fussböden, wovon der obere aus 1 1/8-zölligen Tannenholzbrettern gebildet und in Falze der Kastenschwellen und Querträgern so eingelassen ist, dass die Oberfläche mit letzteren bündig liegt. Der zweite Boden befindet sich unter den Kastenschwellen und seine 7/8-zölligen (ebenfalls durch Nuth und Federn verbunden) Tannenholzbretter sind rechtwinklig gegen die des oberen Bodens angebracht.

Unter dem zweiten Boden, immer wo eine Kopfschwelle darüber liegt, sind in unserer Abbildung die bereits erwähnten 1 1/8 Zoll dicken Gummischeiben angebracht.

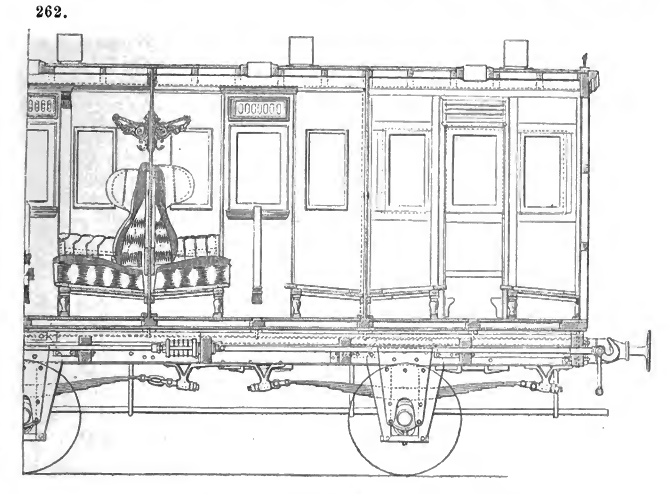
Das (oberste) Verdeck des Wagens besteht aus 7/8-zölligen Tannenbrettern mit eingeschobenen eisernen Federn. Unter den darauf folgenden Spriegeln findet sich eine zweite der ersten ähnlich gebildeten Decke aus 1/2-zölligen, ebenfalls tannenen Brettern. Die Bretter der oberen Decke sind durch Holzschrauben, die der unteren durch Drahtstifte befestigt [1]).

---

1) Um die Decke vollkommen wasserdicht zu machen, hat man den Holzbelag mehrere Male mit Bleiweissfarbe gestrichen, mit Doppelwachstuch überspannt, weiter 1/8 Zoll dick mit dicker Deckenmasse (Harz und Leinöl) überzogen, über

Von Polstern und anderer innerer Austattung abgesehen, hat unser Wagen im Innern 6 Fuss 8 Zoll engl. lichte Höhe, vom (oberen) Fussboden bis zur (unteren) Deckenfläche gemessen 7 Fuss 10 Zoll engl. lichte Weite,

262.



parallel den Achsen gemessen[1]); 2 Fuss $5\frac{1}{4}$ Zoll engl. Sitztiefe im Coupee erster Classe[2]) und 1 Fuss $11\frac{7}{8}$ Zoll Sitztiefe in den Coupees zweiter Classe.

---

diese Masse starkes, dickes Segeltuch gespannt und mit heissen Plätteisen aufgebügelt. Auf das Segeltuch wird der Massenaufstrich noch einige Male wiederholt und schliesslich die ganze Fläche mit dickem Sande bestreut.

1) Die grösste Breite des Wagens von Aussenwand zu Aussenwand gemessen, beträgt 8 Fuss 7 Zoll engl. Die Einsteiggriffe vergrössern die Gesammtbreite auf 9 Fuss engl., endlich die Trittbretter auf 10 Fuss engl. oder 3048 Millimeter (als überhaupt vorkommende grösste Ausladung).

2) Von einem Ende des Kastens bis zur Mitte desselben gemessen, finden sich folgende Maasse, wobei in Erinnerung gebracht werden mag, dass die Totallänge 31 Fuss engl. (9,50 Meter) beträgt:

		Fuss	Zoll (engl.)
Zwei Coupees zweiter Classe.	Doppelte Rückwand . .	— Fuss	$2\frac{1}{2}$ Zoll (engl.
	Sitztiefe	1 „	$11\frac{7}{8}$ „ „
	Zwischenraum	— „	23 „ „
	Sitztiefe	1 „	$11\frac{3}{8}$ „ „
	Scheer-Wanddicke . . .	— „	$1\frac{1}{4}$ „ „
	Sitztiefe	1 „	$11\frac{7}{8}$ „ „
	Zwischenraum	— „	23 „ „
	Sitztiefe	1 „	$11\frac{3}{8}$ „ „
	Latus	12 Fuss	$\frac{1}{4}$ Zoll (engl.)

Rechnet man hierzu die Dicke von vier Zwischenwänden von je 40 Millimetern, so erhält man als Gesammtlänge des Wagenkastens im Lichten:

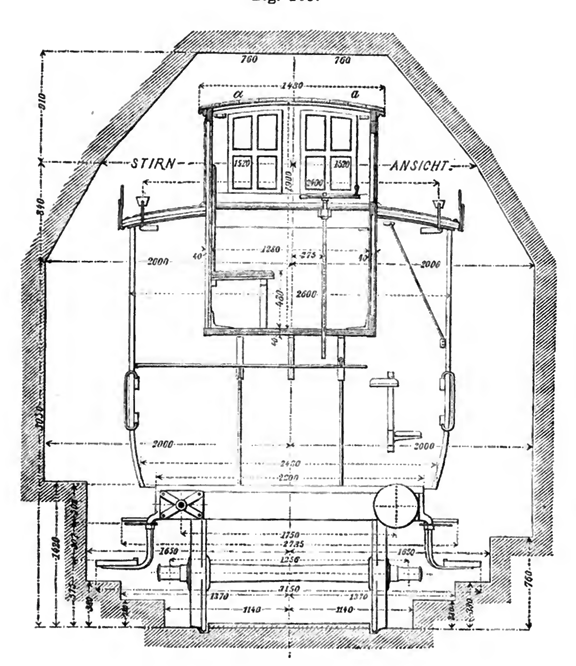
$$2100 + 1960 + 5640 + 160 = 9860$$

wie vorher verzeichnet.

Abbildungen und Erörterungen der neuesten königl. preuss. Normalwagen nach dem Intercommunications-Systeme (abgeänderten amerikanischen Systeme) und den Personenwagen I. und II. Classe mit seitlich abgeschlossenem Gange (System Heusinger) folgen später, worauf im Voraus hiermit aufmerksam gemacht werden mag.

Zur Ergänzung einiger der vorbemerkten Maasse theilen wir in Fig. 263

Fig. 263.



das bei der Constanzer Versammlung deutscher Eisenbahnverwaltungen (im Juni 1876) vereinbarte Durchfahrts-Profil für die normale Spurweite von 1,435 Meter oder 4 Fuss 8½ Zoll engl. mit, wobei alle Maasse Millimeter

sind, *a* einen verdeckten Schaffnersitz bezeichnet und die linke Seite des Profiles für die Bahnhöfe, die rechte Seite für die freie Bahn gilt.

Nach Wissen des Verfassers war es seiner Zeit (1866) die Verwaltung der Oberschlesischen Eisenbahn in Breslau, welche zunächst ihre neuesten Personenwagen dritter und vierter Classe mit ganz eisernen Untergestellen von der Anordnung baute, welche den Haupttheilen nach die Fig. 264 u. 265 darstellen [1]) und die den meisten Eisengestellen der Eisenbahnfuhrwerke der Gegenwart (den Hauptsachen nach) zum Muster gedient zu haben scheinen [2]), wie u. A. auch der Vergleich letztgenannter Abbildungen, mit denen der neuen preuss. Normalformen Seite 254 (Fig. 223 u. 224) erkennen lässt, indem dort nur die hier mit *dd* bezeichnete Mittelpartie (Fig. 265) etwas anders und allerdings vortheilhafter gestaltet ist.

Fig. 264.

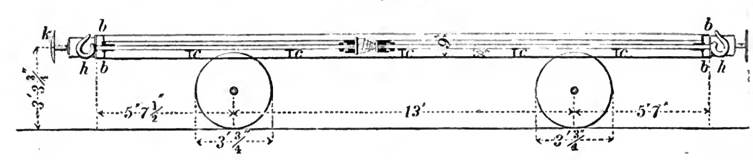
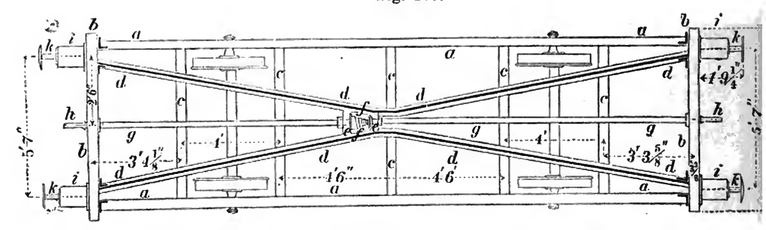


Fig. 265.



Vergleicht man zunächst das blosse geometrische Bild der Grundrissfigur 265 mit dem Grundrisse Fig. 220 des bereits S. 252 besprochenen hannoverschen Güterwagens mit ganz eisernem Untergestelle, so findet man, dass hier (Fig. 265) wie bei den gewöhnlichen hölzernen Gestellen die sogenannten Mittelriegel fehlen und dafür die Streben *dd* zum Dreieckverbande in der Mitte zusammentreffen, ferner die Langschwellen *aa* und Kopfstücke *bb* [-förmige Profile (Fig. 266) besitzen, sowie die Querschwellen *cc* und Diagonalver-

1) Die eingeschriebenen Maasse sind preussische, so dass 1 Fuss = 0,314 Meter oder 1 Meter = 3,186 Fuss ist.

2) Nach Angabe des Herrn v. Heusinger im 2. Bande (1870), S. 172 seines Handbuches der speciellen Eisenbahn-Technik, soll Herr Geh. Oberbaurath Hartwich in Cöln das Verdienst zuzuschreiben sein, bereits 1857 die ersten Eisenbahnwagen mit Doppel-T-Trägern construirt zu haben.

bindungen *dd* **T**-förmige Querschnitte (Fig. 267) haben. Die Verbindung dieser Haupttheile unter einander zum festen Ganzen erfolgt theils durch directe Vernietung, theils durch kräftige Winkeleisen.

Fig. 266.

Fig. 267.

Ohne Kriterien über die eine oder andere aller drei Constructionsformen üben zu wollen, ist der Verfasser der Ansicht, dass bei allen drei die Verschiebungen der rectangulären Grundrissformen (Fig. 220, Fig. 224 und Fig. 265) unmöglich gemacht, also die Hauptaufgabe der Construction gelöst sein wird, sobald man in beiden Fällen gleich gutes Material verwendet und die Ausführung tadellos beschafft.

Vollständige Zeichnungen dieser oberschlesischen Eisenbahn-Personenwagen finden sich übrigens in Heusinger's Organ, Bd. 4 (1867), Tafel 3.

Wir folgen hier, der Uebersicht wegen, anerkannten Eisenbahntechnikern [1]) und unterscheiden bei den zur Zeit überhaupt benutzten Personenwagen ein englisches, deutsches und amerikanisches System, je nachdem diese Wagen aus 3 bis 4 Coupees bestehen und auf 4 Rädern ruhen, 5 bis 6 Coupees haben und auf 6 Rädern laufen, oder endlich die Abtheilung in Coupees ganz wegfällt (höchstens Scheidewände in verhältnissmässigen grösseren Distanzen vorkommen) und die Oberkasten auf getrennten Radgestellen (Trucks) ruhen, deren jedes zwei oder drei Paar Laufräder hat, wonach die Wagen acht- oder zwölfrädrige genannt werden.

Von diesen Systemen ist der ersteren beiden im Vorstehenden (einschliesslich der geschichtlichen Einleitung) hinlänglich gedacht, so dass nur das dritte eine speciellere Erläuterung erfordert.

In letzterer Beziehung sei zuerst bemerkt, dass, ausser den bereits genannten Unterscheidungsmerkmalen, der allgemeine Charakter des amerikanischen Systems noch darin besteht, dass die Wagenthüren nicht an der Seite, sondern an den Enden, und zwar an den Stirnseiten angebracht sind, woselbst Plattformen mit bequemen Treppen das Einsteigen erleichtern, ein freier Gang durch die Mitte des Wagenkastens führt und die Sitze rechts und links davon angebracht sind. Ferner liegt noch ein wichtiger

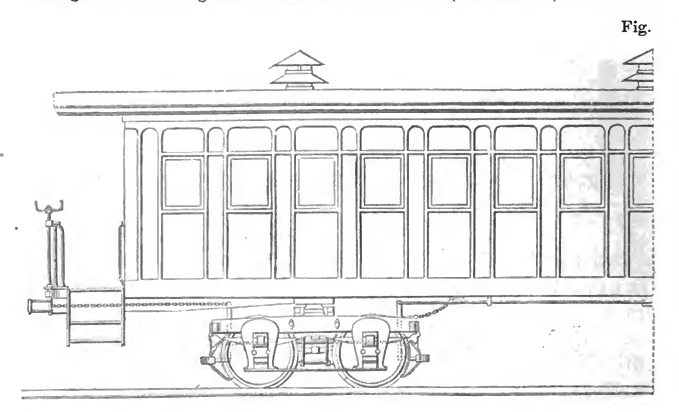
---

1) v. Weber's Schule des Eisenbahnwesens, 2. Auflage 1862, S. 219 u. s. w.

Unterschied darin, dass die Kuppelung sämmtlicher Wagen eine steife ist, im Gegensatze zur gegliederten Kuppelung des englischen und deutschen Systems, welche letztere beiden das Buffersystem nothwendig machen.

Fig. 268 zeigt in circa $^1/_{70}$ wahrer Grösse die Hauptformen eines achträdrigen Personenwagens der Baltimore-Ohio-Bahn (halb äussere, halb innere

Fig.



Längenansicht)[1], dessen Untergestell im Wesentlichen dem des bereits S. 210 besprochenen Güterwagens gleicht, wozu nur bemerkt werden mag, dass der Abstand von Reibnagel zu Reibnagel der beiden Radgestelle 26 Fuss engl. und der Achsstand der Räder in jedem Truck 4 Fuss 3 Zoll beträgt.

Die über den Radgestellen liegenden hölzernen Querträger des 40 Fuss langen Wagenkastens sind durch eiserne Spannstangen verstärkt. Auf ihren Enden ruhen die nur Fensteröffnungen enthaltenden Seitenwände, welche besonders steif construirt werden müssen[2]. Mit den unteren Langhölzern der Seitenwände sind die Querträger verschraubt, auf welche die Dielung genagelt ist.

Die lichte Höhe unseres Wagens beträgt in der Mitte 7 Fuss, so dass hier selbst die grössten Leute mit der Kopfbedeckung aufrecht stehen können; an den Seitenwänden ist diese Höhe um etwa 1 Fuss kleiner. Die innere lichte Weite des Wagens beträgt 8 Fuss 3 Zoll, wovon 21 Zoll auf den freien Gang in der Mitte und 3 Fuss 3 Zoll auf jeden der zu beiden Seiten querstehenden Sitze (einschliesslich deren Bahnen) kommen[3].

---

1) Henz und Bendel, „Das Eisenbahnwesen in Nordamerika“, nach Reisenotizen vom Jahre 1859, S. 34, Blatt 13.

2) Bei 60 Fuss langen Wagenkasten, wie sie u. A. auf der New-York- und Erie-Bahn vorkommen, enthalten die Seitenwände unterhalb der Fensteröffnungen vollständige Gitter- oder Blech-Bogen-Träger.

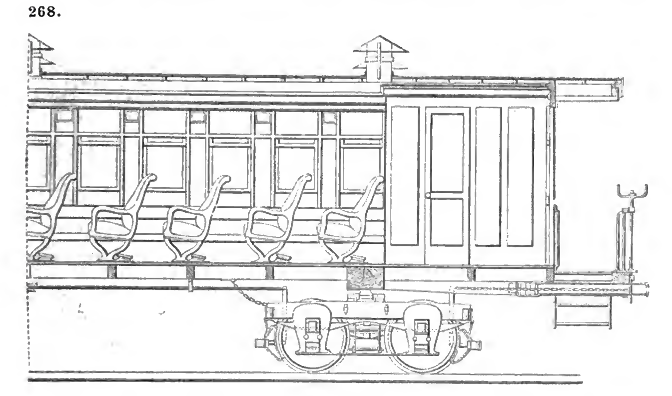
3) Manche Bahnen, z. B. die New-York- und Erie-Bahn, haben breitere

In unserem Beispiele (Fig. 268) beträgt die Zahl der vorhandenen Sitzplätze 48 [1]). In vielen Fällen sind die Rücklehnen der Stühle dergestalt umzulegen, dass man beliebig vor- oder rückwärts sitzen kann.

Verschiedene Wagenclassen kennt man in Nordamerika nur ganz ausnahmsweise. Man sagt einfach, dass sich eine derartige Trennung ein freier Amerikaner nur unter besonderen Umständen gefallen lassen würde.

Dafür beansprucht man gewisse Bequemlichkeiten in den Wagen. So

268.



fehlt in keinem Personen-Wagen (am Anfange oder Ende in unserer Abbildung Fig. 268 rechter Hand) ein abgesonderter Raum mit einem darin befindlichen Closet. Auch führen die Wagen Trinkwasser mit, welches im Sommer sogar durch Eis gekühlt wird.

Die bedeutende Hitze der amerikanischen Sommer macht, trotz der grossen, für starken Luftwechsel günstigen Wagenräume, eine gute Ventilation nöthig. Zu diesem Ende ist jeder Personenwagen mit Luftabführungen im Dache versehen, gewöhnlich blecherne, cylindrische Aufsätze (Fig. 268), welche zum Schutze gegen das Einregnen gehörig überdeckt sind. Die correspondirenden Luftzuführungen befinden sich wie jetzt bei den meisten Personenwagen der deutschen Eisenbahnen) oberhalb der Fenster und sind meist kleine, durch Schieber verschliessbare Oeffnungen [2]).

Im Winter heizt man die Wagen durch eiserne Oefen. Des Nachts sind

---

Wagen, manche sogar bis zu 10 Fuss 9 Zoll lichte Weite. Henz und Bendel a. a. O. S. 34 u. 36.

1) Nach unserer Quelle (Henz u. Bendel u. s. w.) ist die grösste vorkommende Zahl von Sitzplätzen 80 (bei 60 Fuss langen Wagen).

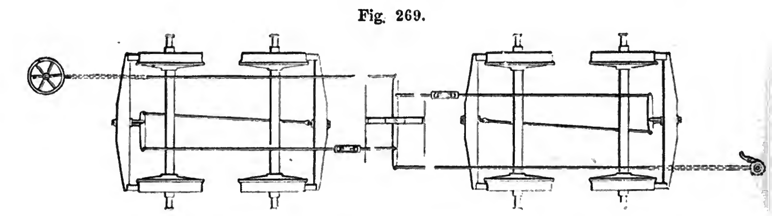
2) Complicirte Vorrichtungen (namentlich die an Wagen der New-York and Boston-Express Line und Erie-Bahn) finden sich abgebildet und beschrieben in unserer Quelle (Henz u. Bendel) S. 36, Blatt 13, Fig. 10 bis mit 13.

die meisten Wagen (durch Kerzen, Oellampen oder mittelst transportablen Gaslichts) so hell erleuchtet, dass die Passagiere zum Lesen der Abendzeitungen sehen können.

Auf vielen Bahnen wird den Anforderungen des Publicums durch Schlafwagen (sleeping cars) gedient, die man auch bei Tagfahrten benutzen kann und so construirt sind, dass sie sich leicht in Lager verwandeln lassen [1]).

Die Bremsen unseres Wagens sind, wie (besonders) die Grundrissfigur 269 erkennen lässt, so construirt, dass sie auf alle acht Räder wirken und von

Fig. 269.



jedem Ende des Wagens, von den dort befindlichen (überdeckten) Plattformen aus, in Thätigkeit gesetzt werden können.

Am oberen Ende einer stehenden Welle, welche am Handgeländer jeder der gedachten Plattformen unseres Wagens erkennbar ist, befindet sich ein Handrad von 15 bis 18 Zoll Durchmesser für den Bremser, während nahe am unteren Ende dieselbe Welle ein kleines (in Fig. 269 sichtbares) Sperrrad von 6 bis 7 Zoll Durchmesser und endlich noch weiter nach unten mit ihrem $1^1/_2$ Zoll dicken Ende eine Kette von $^3/_8$ bis $^7/_{16}$ Zoll Stärke trägt, die sich bei der Umdrehung der Welle um diese wickelt. An die Ketten schliessen sich $^5/_8$ Zoll dicke Rundeisenstangen an, welche nach den Enden eines zweiarmigen Hebels (in der Mitte von Fig. 269 sichtbar) führen, der unter dem Wagenkasten (Fig. 268) hängt und in horizontaler Ebene schwingt. Von Punkten des gedachten Hebels aus, welche näher dessen Drehpunkte liegen, gehen zwei $^3/_4$ Zoll dicke Zugstangen nach den Bremsen eines jeden Radgestells in einer aus Fig. 269 ohne Weiteres erkennbaren Anordnung. Um die Längen der Zugstangen, je nach Stärke und Abnutzung der Bremsbacken, reguliren zu können, hat man einfache Schraubenschlösser eingeschaltet, welche in unserer Grundrissfigur (269) hervorgehoben und demnach erkennbar sind. Damit beim Bruche eines der beweglichen Gehänge, womit die Bremsbacken an den äusseren Querhölzern der kurzen Radrahmengestelle befestigt sind, so weit als möglich Unglück verhütet werde, sind die Bremsbacken nochmals mit sogenannten Nothketten in geeignete Verbindung gebracht. Ueber amerikanische Anordnungen, wodurch der Loco-

---

1) Abbildungen und speciellere Beschreibungen derartiger Wagen liefert unsere Quelle Blatt 6, Fig. 4 bis 6. Ueber neuere Schlafwagen und Zubehör (System Pullmann, Schuberski, Mann u. A.) berichtet u. A. Petzholdt in seinen Studien über Transportmittel auf Schienenwegen. Braunschweig 1876, S. 34 etc.

motiv-Maschinist in den Stand gesetzt wird, sofort sämmtliche Bremsen eines Zuges in Wirksamkeit zu setzen, handelt ebenfalls der vortreffliche, hier überall benutzte Bericht von Henz und Bendel[1]).

Um den Druck auf die Räder (Bandagen) und Federn der Wagen des amerikanischen Systemes durch Anordnung einer grösseren Zahl von Stützpunkten auf den Bahnschienen zu vermindern und um zugleich die Wirksamkeit

Fig. 270.

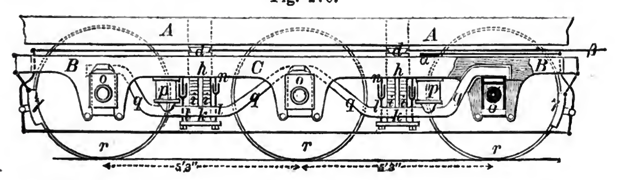


Fig. 271.

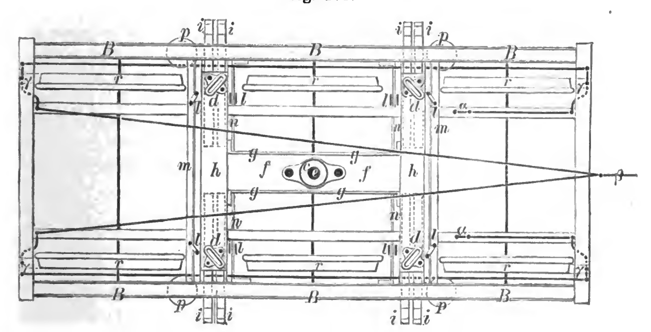
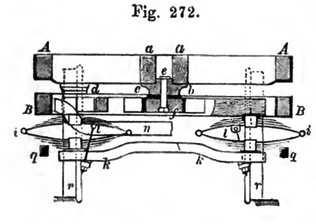


Fig. 272.



von Stössen und Erschütterungen herabzuziehen, welche durch irgend Unebenheiten der Bahn erzeugt werden können, ordnet man in Amerika und England (neuerdings) sehr oft dreiachsige (sechsrädrige) Trucks (Bogiés) an.

In vorstehenden Abbildungen, Fig. 270 bis mit 272, findet sich ein solcher Truck skizzirt, wie u. A. neuerdings die englische Midland Railway für die Personenwagen der Strecke London-Bradford in grosser Zahl (unsere Quelle[2]) giebt 44 an) hat anfertigen lassen, einige derselben auch zu Pullmann'schen Schlafwagen eingerichtet.

1) S. 35, Blatt 14, Fig. 1 bis mit 3.

2) Engineering vom 23. Juni 1876 (Vol. XXI.), p. 533.

Das Gewicht des aus Holz und Eisen construirten Rahmenwerkes *BB* vereinigt sich in der Pfanne *c*, in welcher die eine Hälfte des ganzen colossalen Wagenbaues von 54 Fuss engl. Länge, 8 Fuss Breite und 8 Fuss $4\frac{1}{2}$ Zoll Höhe im Lichten, ihre Stütze und der Truck seinen Drehzapfen findet, der beiläufig erwähnt einen Durchmesser von 3 Zoll engl. (oder von reichlich 76 Millimeter) hat. Jeder Truck selbst besitzt eine Länge von 15 Fuss und eine Breite von $6\frac{1}{2}$ Fuss. Jedes der vorhandenen 6 Räder (hölzerne Scheibenräder nach Mansell S. 270) hat 3 Fuss 7 Zoll Durchmesser, während die Länge der sogenannten Radbasis $10\frac{1}{2}$ Fuss beträgt. Die Distanz der Drehzapfen beider Trucks (also der wirksame Achsstand des ganzen Wagenbaues) beträgt 36 Fuss.

Die Langschwellen *AA* des Wagenkastens legen sich zwar auf die 4 Stellen *dd* auf, doch dienen diese nur dazu, ein Kippen des Wagenkastens zu verhüten, nicht aber zur Uebertragung der Last. Bemerkt zu werden verdient noch, dass *b* ebenfalls ein Gussstück ist, welches zwischen die beiden Hölzer *aa* eingespannt ist, sowie dass *b* und *c* durch einen Schraubenbolzen *e* zusammengehalten werden, der zugleich als Drehachse dient, wenn beim Durchlaufen von Curven eine Verschiebung des Wagens in Beziehung auf den Truck eintritt. Die Pfanne *c* ist auf dem Holze *f* durch Schrauben befestigt, welches Holz wieder durch starke Eisenschienen *g* mit den Querhölzern *hh* fest vereinigt ist. Gedachte Querhölzer *hh* sind indess nicht mit den äusseren Rahmen des Trucks verbunden, sondern ruhen mit ihren Enden auf den elliptischen Doppelfedern *ii* (Fig. 270 und 272), übertragen somit die ganze Last der einen Wagenhälfte auf diese Federn. Die Federn *ii* haben ihren Stützpunkt auf dem gekröpften Querstück *k* und zwar sind je zwei sich gegenüberliegende Doppelfedern durch je ein Querstück vereinigt.

Zum ferneren Verständniss noch Folgendes:

Die Querstücke *kk* sind an jedem Ende durch je zwei Hängestangen *ll* an den, zwischen die seitlichen Rahmenstücke des Trucks eingespannten Schienen *mm* und *nn* aufgehangen und übertragen somit die aufgenommene Last auf den Rahmen *BB* des Trucks. Die erwähnten Rahmenhölzer sind ferner an den Seiten mit starkem Eisenblech bekleidet und tragen auch die Führungen der Achslagerbüchsen *oo*. Indessen ruhen sie nicht direct auf den Büchsen, sondern auf eingeschalteten Spiralfedern *pp*, welche in unseren Skizzen, der Einfachheit wegen, als Cylinder gezeichnet wurden.

Vermittelst dieser Spiralfedern überträgt der Rahmen die Last zunächst auf die gekröpften Träger *qq*, welche ihrerseits endlich den empfangenen Druck auf die Lagerbüchsen abgeben und zwar so, dass jede Lagerbüchse einen gleichen Antheil der ganzen Last aufzunehmen hat.

Die Bremsvorrichtug dieser Wagen ist die S. 284 besprochene und abgebildete pneumatische von Westinghouse. Hierbei ist die Wirkungsweise der betreffenden Hebel und Stangen sehr leicht verständlich, wenn man beachtet, dass die Punkte $\alpha\alpha$ (Fig. 270 und 271) fest mit dem Rahmen verbunden sind und dass die Hauptzugstange β in früher erörterter Weise an der Kolbenstange des Bremscylinders befestigt ist. Es müssen sich auch hier die 4 Bremsklötze $\gamma\gamma\gamma\gamma$ gleichzeitig gegen die Umfänge der Räder *rr* legen, resp. sich von denselben entfernen [1]).

1) Ausführliches über die Construction des betreffenden Wagens und seiner

Was die Vortheile und Nachtheile des amerikanischen Personenwagensystems, gegenüber dem englischen und deutschen Coupeesysteme betrifft, so lässt sich in Kürze ungefähr Folgendes anführen [1]).

Das amerikanische System hat das bequeme und gefahrlose Einsteigen und Aussteigen für sich, erleichtert die Controle des Zugpersonals und den Verkehr der Reisenden unter einander, sichert mehr gegen Verletzungen der Sittlichkeit, gegen Raub und Mord, gestattet eine natürlichere Lüftung in heissen Jahreszeiten und giebt ein günstigeres Verhältniss in Bezug auf das pro Passagier fallende, sogenannte todte Gewicht des Wagens [2]).

Dagegen führt das amerikanische System die Uebel einer mangelnden Seiten- und Kopfstütze bei den Sitzplätzen mit sich, was bei langdauernden Fahrten höchst unangenehm werden kann, erschwert (wegen der steifen Kuppelungen) das Zusammenbringen der Wagenkuppelungen und überhaupt das Rangiren der Züge, lässt bei geringer Frequenz die Ausnutzung der Plätze sehr ungenügend zu, gestattet kein so schnelles Füllen und Leeren der Wagen wie das Coupeesystem, was namentlich bei drohender oder vorhandener Gefahr zu höchst bedauerlichen Scenen Veranlassung geben kann, noch gar nicht der Thatsache zu gedenken, dass beim amerikanischen Systeme die Ruhe und Behaglichkeit der Reisenden nur zu oft vom Durchgehen, Thürschlagen etc. der controlirenden Beamten gestört wird.

Um zur Entscheidung der Frage wirksam beizutragen, hat jetzt die königlich preussische Regierung für die Staatsbahnen, den Bau und die Inbetriebnahme sowohl von Personenwagen nach dem Intercommunications-System, als nach einem System mit „seitlich abgeschlossenem Gange“ (System Heusinger v. Waldegg)[3]) angeordnet. Nachstehende Abbildungen, Fig. 273,

---

Anordnung in unserer Quelle Engineering etc. Hier nur noch so viel, dass überhaupt 8 Coupees vorhanden sind, nämlich 3 Coupees erster Classe zu je 6 Personen, 4 Coupees dritter Classe zu je 10 Personen und 1 Coupee für Passagier-Gepäck (Luggage).

1) Ueber amerikanische (achträdrige) Eisenbahnwagen: Eisenbahnzeitung, Jahrgang 1845, S. 312. – Krauss, Vor- und Nachtheile des englischen und amerikanischen Wagensystems, Schweiz. polytechn. Zeitschrift 1865, S. 12 und daraus in Heusinger's Organ, neue Folge, Band 2 (1865), S. 263.

2) Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 2, p. 604. Hier werden die amerikanischen Personenwagen nach einem Berichte des Capitains Duglas Galten besprochen, wobei besonders folgender Satz hervorgehoben wird: „Le principal avantage des waggons américains est de porter un nombre considérable de voyageurs en égard au poids mort des véhicules.“

3) Der Verfasser bezeichnet dies System im Nachstehenden als das „System Heusinger“, weil dieser Herr das Verdienst hat, demselben praktischen Eingang bei den Eisenbahnen verschafft zu haben und weil sich derselbe zugleich mit Erfolg bemühte, eine hierzu erforderliche Verbreiterung des sogenannten Normal-Durchgangs-Profils herbeizuführen.

Dagegen hält es der Verfasser für Pflicht, nachstehenden Auszug aus einer Protocoll-Anlage der Hamburger Conferenz deutscher Eisenbahn-Maschinen- und Bau-Ingenieure (13. u. 14. Jan. 1876) zu veröffentlichen, die ihm zur Beurtheilung der Sache mitgetheilt wurde:

274 und 275, den S. 253 erwähnten „Normalien für die Betriebsmittel der Preussischen Staatsbahnen" entlehnt, lassen die Anordnung eines Personenwagens (combinirt) I. und II. Classe des Heusinger'schen Systems erkennen, der für 21 Personen bestimmt, in folgender Weise eingetheilt und bemessen ist:

Ein Coupee erster Classe für 6 Personen
2 Sitzbreiten à 775mm = 1550mm
1 Gangbreite 550mm
daher Gesammtweite: 2100mm

Zwei ganze Coupees zweiter Classe für je 6 Personen
2 Sitzbreiten à 690mm = 1380
1 Gangbreite = 500
1880mm
daher Gesammtbreite beider Coupées: 3760mm

Ein halbes Coupee zweiter Classe für 3 Personen
Sitzbreite 690mm
Gangbreite 650
daher 1340mm

Hierzu Abort (links am Ende von Fig. 274 und 275)
Gangbreite 700mm
Ausserdem 4 Zwischenwände à 40mm dick 160mm
Demnach die gesammte lichte Länge des Wagenkastens: 8060mm

Noch dürften nachstehende Dimensionen bemerkenswerth sein:
Breite des seitlich abgeschlossenen Ganges 750mm
Länge der Sitzräume (rechtwinklig zur ganzen Wagenlänge) 2180mm
Dicke der Innenwand des Ganges 40mm
Daher Totalbreite im Lichten 2970mm

Ferner:
Grösste lichte Höhe im Innern der Coupees . . . 2150mm
Länge des Untergestelles 9700mm
Aeussere Länge des Wagenkastens 8200mm
Grösste Breite des ganzen Wagenbaues 3150mm
Radstand 5000mm
Durchmesser der Räder 980mm

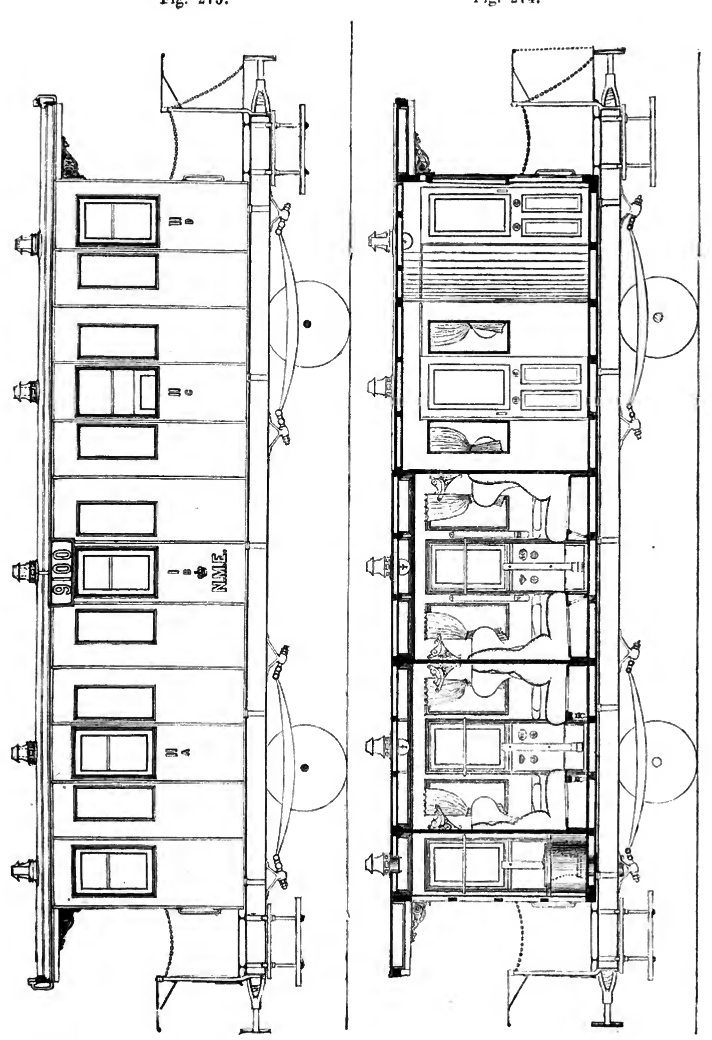
---

„Ich halte die als System „Heusinger v. Waldegg" veröffentlichte Personenwagen-Anordnung nicht für neu, sondern nur für eine Modification des gewöhnlichen amerikanischen Corridorsystemes, welches als solches längst in Russland und Amerika bekannt ist und bereits vor zwanzig Jahren in einem Salonwagen der braunschweigischen Bahn ausgeführt, jedoch als unbequem nach kurzer Zeit durch das Coupee-System ersetzt wurde." Braunschweig im November 1875. Unterzeichnet W. Clauss (Ober-Ingenieur).

Im gedruckten Protokolle gedachter Conferenz findet sich §. 24 ferner folgender Satz: „Herr Clauss trägt vor, dass im norddeutschen Eisenbahnverbande schon im Jahre 1864 über sogenannte Intercom.-Personen-Wagen verhandelt und 1866 ein Project aufgestellt sei, was jedoch nicht angenommen wurde. Er vergleicht dies Project mit dem Wagen des Heusinger'schen Systemes und weist nach, dass an letzterem eigentlich wesentlich Neues nicht vorhanden sei."

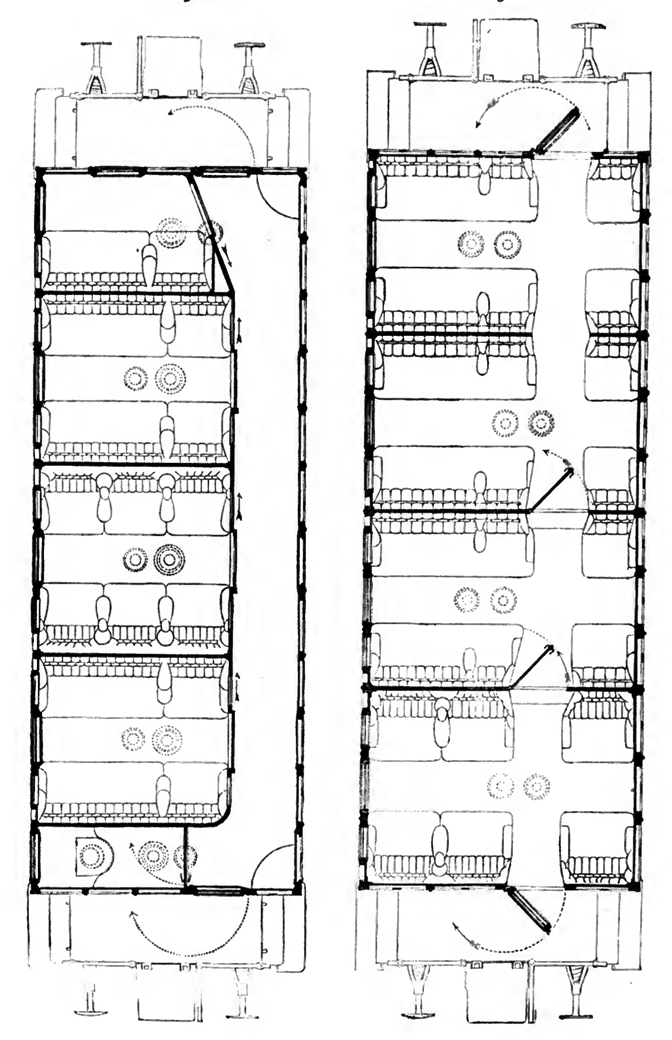
Ein zuweilen gemachter Einwurf gegen dies Heusinger'sche Personen-

Fig. 273. Fig. 274.



Wagen-System, dass die Last zum Nachtheile der Festigkeit und Dauer zu

Fig. 275. Fig. 276.



beiden Seiten der Länge sehr ungleichförmig vertheilt sei, dürfte nicht von besonderer Bedeutung sein, indem durch entsprechende Federverstärkung abzuhelfen sein dürfte.

Eine besondere (dritte) Gattung der königlich preussischen Normal-Personenwagen bildet das Fig. 276 als Grundrissfigur dargestellte Intercommunications-System für sogenannte Jagdzüge. Bei dessen Betrachtung erkennt man sofort, dass, verschieden von dem amerikanischen Systeme, der Durchgang nicht in die Mitte, sondern so gelegt ist, dass an der schmalen Seite noch ein völlig getrennter Sitz verbleibt. Die Zahl der hier aufzunehmenden Personen beträgt 30.

Eintheilung und betreffende Maasse erhellt aus Nachstehendem:

1 Coupee erster Classe für 6 Personen
- 2 Sitzbreiten à 775mm . . . . = 1550mm
- 1 Gangbreite 550
- Daher Gesammtbreite . . . 2100mm

3 Coupees zweiter Classe für je 8 Personen
- 6 Sitzbreiten à 690mm 4140mm
- 3 Gangbreiten à 500 . . . . 1500mm
- 3 Zwischenwände à 40 . . . . 120mm
- 5760mm

Daher ganze Coupeelänge im Lichten 7860mm
Ferner grösste lichte Höhe im Innern der Coupees 2150mm
Aeussere Länge des Wagenkastens 8000mm
Länge des Untergestelles 9500mm
Radstand 5000mm
Durchmesser der Räder 980mm
Länge der Tragfedern im geraden Zustande . . . 2000mm

Zu den im Vorstehenden (für gegenwärtigen Zweck) hinlänglich besprochenen Systemen von Personenwagen der gegenwärtigen Eisenbahnen ist vor einigen Jahren noch ein ganz neues System, nämlich das der zwei Etagen über einander, das System der Doppelwagen, oder das der zweistöckigen Eisenbahnwagen getreten, dessen Hauptzweck ist, das Verhältniss des todten Gewichtes der Wagen zu jedem Kopf der transportirten Reisenden günstiger als bei den einstöckigen Wagen zu gestalten.

Abgesehen von den offenen Sitzplätzen auf dem Verdecke einer gewissen Gattung von Personenwagen der Paris-Versailler Eisenbahn (linkes Ufer) [1]), die namentlich zur Sommerzeit, bei schönem Wetter grossen Beifall finden und dann stets besetzt sind, dürfte dem englischen Oberst Kennedy das Verdienst gebühren, den zweistöckigen Eisenbahnwagen besondere Aufmerksamkeit zuge-

1) Perdonnet et Polonceau, Portefeuille etc. (Paris 1843—1846), Série F, Pl. 9: Diligences et Wagons du chemin de Versailles (R. g.).

wandt zu haben und mit einer allgemeineren Verwendung derselben vorangegangen zu sein.

Nach Kennedy's Plane wurden bereits einige Personenwagen dritter Classe für die ostindischen Eisenbahnen und zwar für die Bombay-Baroda-Bahn nach diesem Systeme ausgeführt, in Betrieb genommen und darüber auch vom Oberingenieur dieser Bahn Anderson ein höchst günstiger Bericht erstattet[1]), woraus unter Anderem hervorgeht, dass ein solcher zweistöckiger Personenwagen mit Bequemlichkeit 130 Passagiere (70 in der unteren und 60 in der oberen Abtheilung) fasst und sieben derartige Doppelwagen dieselbe Anzahl Passagiere befördern können als 13 Wagen des englischen Systemes.

Nachahmungen haben diese zweistöckigen Wagen, nach Wissen des Verfassers, vorzugsweise in Frankreich gefunden. Unter Anderem hat der Eisenbahninspector der Pariser Westbahn Vidard für Zweigbahnen mit geringem Verkehr solche Doppelwagen bauen lassen[2]).

Ausgedehntere Anwendung scheint man zuerst auf einem 1866 eröffneten Zweige der französischen Nordbahn von Enghien nach Montmorency (mit Steigungen von $1/_{22}$ und Curven von 300 Meter Radius) gemacht zu haben[3]). Hier enthält ein zweistöckiger Wagen (Wagen mit Impériale), dessen Kasten aus Eisenblech und Winkeleisen construirt ist, in der unteren Etage 44 Sitzplätze erster und zweiter Classe und in der nach amerikanischer Art mit Mittelgang eingerichteten Impériale 40 Plätze, fasst also überhaupt 84 Personen, wodurch man 38 Proc. an Wagengewicht und 33,7 Proc. an Anschaffungskosten erspart. Weiter sind zweistöckige Personenwagen mit sehr günstigem Erfolge beim Localverkehr der Pariser Gürtelbahn im Betriebe, ferner auf der Bahn von Fougère nach Vitré, von Perpignan nach Prades[4]), auf der Linie Pepinster-Spa (Belgien)[5]), auf Zweigbahnen des Grossherzogthums Luxemburg[6]), sodann auf der französischen Ostbahn[7]), in Deutschland auf der Altona-Kieler[8]) und Thüringer Bahn, u. dergl. m.

Zur Wiener Weltausstellung von 1873 hatte die Waggonfabrik Hernals (Wien) einen zweiachsigen Etagenwagen III. Classe eingesandt, der 90 Personen fasste und für die südöstlichen Linien der österreichischen Staatsbahn be-

---

1) The Engineer, 1864 (Märznummer), p. 182 und daraus Heusinger's Organ, neue Folge, Bd. 2 (1865), S. 36.

2) Abbildungen und Beschreibungen von Vidard's zweistöckigen Eisenbahn-Personenwagen liefert u. A. Oppermann in seinem „Portefeuilles des Maschines," Janvier 1865, p. 5 und 6, Pl. 3. Ferner Perdonnet im „Traité élémentaire des chemins de fer," Tome 3, p. 552 etc.

3) Annales du génie civil, 1866 (August), p. 531—543 und daraus in Heusinger's Organ, neue Folge, Bd. 4 (1867), S. 39.

4) Couche, Voie matériel roulant, Tome 2. p. 53.

5) Petzholdt, Transportmittel etc. S. 73.

6) Couche, a. a. O. p. 51.

7) Goschler, Chemins de fer, Tome III, p. 298 und Heusinger's Organ, 1868, S. 37.

8) Heusinger, Organ etc., Jahrg. 1870, S. 64.

stimmt war. Beschreibungen dieses Wagens finden sich in den unten notirten Quellen [1]).

Indessen führen diese Wagen auch mancherlei Nachtheile mit sich, welche Anderson [2]) und Perdonnet [3]) ausführlich erörtern und die hauptsächlich von der tiefen Lage des ganzen Wagenkastens und der bedeutenden Höhe der Impériale herrühren.

Wir schliessen hiermit das ganze Capitel „Eisenbahnwagen“ unter Hinzufügung zweier ähnlicher Tabellen wie oben S. 241, welche über todtes Gewicht und Nutzlast der gegenwärtig im Betriebe befindlichen Personen- und Güterwagen der hannoverschen Staatsbahn, nach amtlichen Quellen, Auskunft geben, sowie endlich unter Anhang eines Zusatzes, welcher sich auf die beim Eisenbahnbetriebe in Anwendung befindlichen, bereits S. 152 besprochenen Draisinen bezieht.

I. Personenwagen (1875).

Wagengattung.	Durchschnittl. Gewicht der Wagen incl. Achsen und Räder in Kilogr.	Passagiere.		Todtes Gewicht à Person.	Gewicht des belasteten Wagens.	Belastung einer Achse.	Procente vom ganzen Gewicht.	
		Zahl.	Gewicht à 65 Kilogr.				Todte Last.	Nutzlast.
Sechsrädriger Wagen I. Classe	12900	38	2470	340	15370	5123	84	16
Sechsrädriger combin. Wagen II. und III. Classe. 8 Plätze II., 48 III. Classe	9500	56	3640	170	13140	4380	72,3	27,7
Sechsrädriger Wagen III. Classe	8850	50	3250	177	12100	4033	73,2	26,8
Vierrädriger Wagen IV. Classe	8200	60	3900	137	12100	6050	67,7	32,3

1) Petzholdt, a. a. O. S. 74, ferner Heusinger's Organ, Bd. 10 (1873), S. 134 und deutscher amtlicher Bericht über die Wiener Weltausstellung im Jahre 1873, Bd. II, S. 252.

2) Heusinger's Organ, Bd. 2 (1865), S. 36.

3) Traité élémentaire etc., T. 3, p. 554. Nach Oppermann (Portefeuille des Maschines, Janvier 1865, p. 5) beträgt das Eigengewicht eines Vidard'schen Doppelwagens (Zwei-Etagen-Wagens) 6800 Kilogr. Ferner rechnet dieser Ingenieur das Durchschnittsgewicht eines Passagiers zu 65 Kil., also für 68 Passagiere, die der erwähnte Doppelwagen aufnehmen kann, das Nutzgewicht 4420 Kil. Hiernach beträgt das auf eine Person kommende sogenannte todte Gewicht $\frac{6800}{65} = 104,6$ Kil., oder etwas über 2 Zollcentner, also verhältnissmässig sehr wenig. Dasselbe lässt sich von den Doppelwagen der Enghien-Montmorency-Bahn nachweisen. (Heusinger's Organ, Bd. 4, S. 42.)

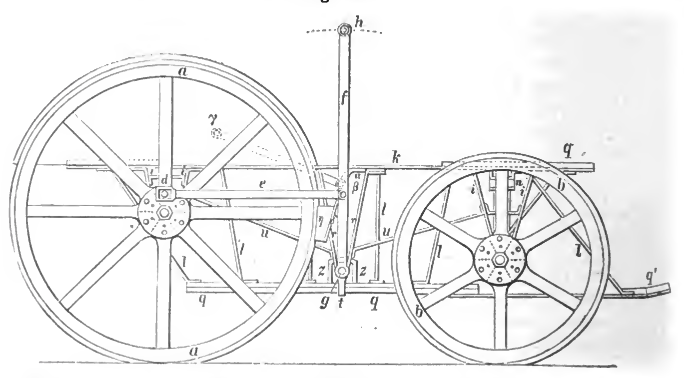
II. Güterwagen (1875).

Wagengattung.	Durchschnittl. Gewicht des Wagens incl. Achsen u. Räder in Kilogr.	Durchschnittl. Nutzlast in Kilogr.	Verhältniss der Nutzlast zum Gewicht des Wagens.	Bemerkungen.
Vierrädriger bedeckter Güterwagen . .	6700	8750	1,30	Die Achsen bestehen grösstentheils aus Gussstahl.
Vierrädriger Pferdewagen	5600	5450	0,97	
Vierrädriger Viehwagen	5500	6050	1,10	
Vierrädriger offener Güterwagen	5550	9100	1,64	
Sechsrädriger Gepäckwagen	9750	6000	0,61	

Vergleicht man die Werthe vorstehender Tabellen mit den Angaben von 1853, S. 242 etc., so ergiebt sich eine Zunahme des todten Gewichts bei den Personenwagen, dagegen für Güterwagen eine günstige Steigerung der Nutzlast im Verhältniss zum Wagengewichte.

Die Abbildungen Fig. 277 und 278 zeigen eine der Draisinen, welche seit längerer Zeit bei den hannoverschen Staatsbahnen im Gebrauche sind und

Fig. 277.



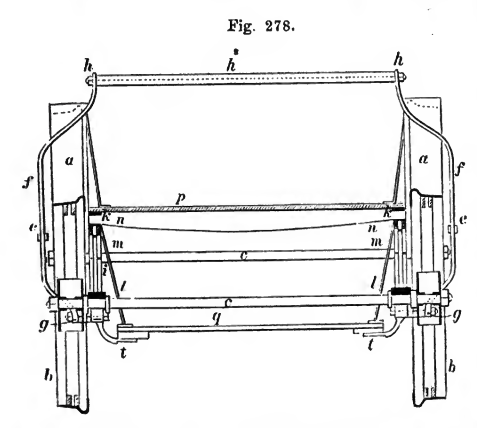
die ausschliesslich zu Bahndiensten, zum Transporte der Bahn-Ingenieure, des Controle-Personals u. s. w. benutzt werden. Die naturgemässen Hauptterfordernisse einer Eisenbahn-Draisine, geringes Gewicht und leichte Beweglichkeit im Verbande mit möglichst festem Baue, hat man auch bei dieser Draisine im Auge gehabt.

Hierzu hat man zunächst sowohl die grossen Hinterräder *aa* als die kleineren Vorderräder *bb* aus Holz construirt, d. h. zu Felgen und Speichen Holz genommen und letztere in die Nabe hinein keilförmig zu einer Scheibe vereinigt, von beiden Seiten mit Blechplatten bekleidet und durch Schrauben zu einem Ganzen verbunden. Die Reifen der Räder sind aus Eisenblech gebogen und (wie alle Eisenbahnräder) mit Spurkränzen ausgestattet.

Die fünfzig Millimeter starken Achsen *cc* bestehen aus Gussstahl und sind auf ihnen die Räder ebenfalls festgekeilt, so dass sich beide gemeinsam umdrehen.

Das Gestell des Wagens wird hauptsächlich aus zwei schmiedeeisernen Langträgern *kk* gebildet, die mit Achsstützen (Achshalter) *ii*, Stäben *ll* und *rr*, sowie Streben *uu* einen gehörigen Längenverband abgeben, der durch die beiden Radachsen *cc* durch die hinteren und vorderen Sitzbretter *pp*, sowie endlich durch die Fussböden *qq* eine entsprechende Querverbindung erhält und zu einem festen Bau vereinigt wird.

Fig. 278.



Dass übrigens das Gestell mit den Tragstützen *m* auf den Achsbüchsen ruht, bedarf wohl nur der Andeutung. Hinzuzufügen möchte indessen sein, dass man zwischen den oberen Enden der Achsstützen *m* und den Trägern *kk*, bei *n* Gummifedern eingeschaltet hat, um die Fahrenden, so viel als möglich vor unangenehmen Erschütterungen oder Stössen zu bewahren.

In der Mitte, unmittelbar über dem Fussboden, liegt eine quer durch die ganze Wagenbreite gehende Welle *g* (Fig. 277), an deren Enden die schwingend zu bewegenden Arbeitshebel *gfh* befestigt sind. Die beiden oberen Enden *h* dieser Hebel sind durch einen Eisenstab gehörig vereinigt und letzterer ist wieder mit einem Holzgriffe h^2 umgeben, um den Händen ein möglichst bequemes Anfassen zu bereiten. Sowohl die Lager für *g* als die eisernen Gehänge *t*, welche zugleich eine weitere Fussstütze abgeben, sind beide durch die Stäbe *rr* an die Träger *kk* gehangen und durch *uu* verstrebt. Die Welle *g* wird in ihrer ganzen Längenausdehnung von einer Blechkappe *z* gedeckt, die zugleich den auf *p* (Fig. 278) sitzenden Arbeitern als Fussstütze dient. Die Kraftübertragung der am Griffe h^2 des Hebels *f* thätigen Arbeiter auf die grossen Triebräder *aa* erfolgt durch Lenkstange *e* und Kurbel *d* in üblicher Weise.

Endlich ist η eine Backenbremse, die von einem eisernen Schuh δ aufgenommen wird, der zu einem Winkelhebel $\delta\beta\gamma$ mit β als Drehpunkt gehört.

Die Achse β lagert dabei in einem Hängearme α, den man am Träger k befestigt hat.

Eine ähnliche Draisine, welche seiner Zeit auf der Ludwigshafen-Bexbacher Bahn benutzt wurde, findet sich im 6. Bande des Heusinger'schen Organs (S. 35) beschrieben und (Tafel VI.) abgebildet. Letztere Fahrmaschine ist übrigens noch mit einer sogenannten Schrauben-Drehstütze ausgestattet, wodurch man ein leichteres Abheben des Wagens zu erreichen meint, wenn man ihn schnell aus der Bahn entfernen will. Indessen ist eine solche Stütze fast steten Beschädigungen ausgesetzt und man thut überhaupt besser, sie (wie bei den hannoverschen Draisinen) gar nicht in Anwendung zu bringen.

In der Regel hebt man den Wagen ebenso schnell durch unmittelbares Anfassen von Menschen aus dem Gleise, was ja schliesslich auch bei der Drehstütze erforderlich wird.

Fig. 279.

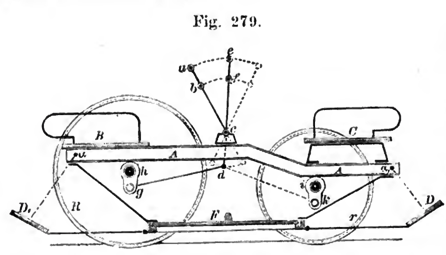
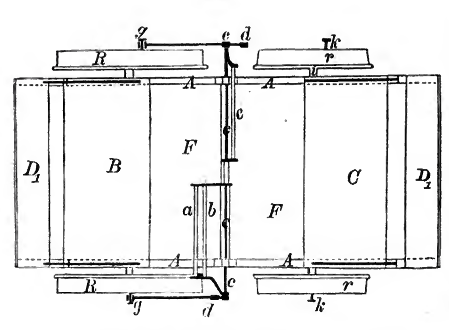


Fig. 280.



Indem der Verfasser auf die Draisinen verweist, welche in den unten verzeichneten Quellen [1]) zu finden sind, fügt er dem Vorstehenden noch die Abbildungen Fig. 279 und 280 bei, welche eine ganz aus Eisen construirte Draisine darstellen, wie solche vom Ober-Maschinen-Ingenieur Reinherr in Constantinopel (kürzlich) für die türkischen Eisenbahnen construirt wurde [2]). Zu den Gestelllangbäumen A A hat man sogenanntes ⊐-Eisen verwandt und die Querverbindungen durch Rundeisen vermittelt. Jedes der beiden Hinterräder R hat 1 Meter, jedes der Vorderräder r aber 750 Millimeter Durchmesser. In letzterer Beziehung hebt die Beschreibung unserer Quelle ausdrücklich hervor, dass es sich empfehle,

1) Heusinger, Handbuch, Bd. 2, S. 536, sowie dessen Organ, Jahrg. 1871, S. 10 und Jahrg. 1876, S. 59.

2) Derselbe, als Herausgeber der „Musterconstructionen für Eisenbahnbetrieb." Bd. 1 (1876), Lief. 1, S. 14.

für Bahnstrecken, welche starke Rampen und längere Ebenen enthalten, Draisinen mit verschieden grossen Triebrädern zu besitzen.

Wie aus der Skizze erhellt, besitzt jedes Rad ausserhalb seiner Verticalebene eine Krummzapfenwarze, wovon in unseren Abbildungen die der Hinterräder *RR* mit *g*, die der Vorderräder *rr* mit *k* bezeichnet ist. Die Uebertragung auf die so gebildeten Krummzapfen, beziehungsweise *gh* und *ik*, wird vom Handhebelwerke *abc* und *efc* durch die Lenkstangen *gd* und *kd* vermittelt. Demnach kann man beliebig *h* oder *i* zur Triebachse machen, je nachdem man die eine oder die andere der Lenkstangen aushängt. Die betreffenden Sitze *B* und *C*, sowie die correspondirenden Fussstützen D_1 und *D* verstehen sich hierbei ebenso von selbst, wie das seitlich angebrachte Trittbrett *F*.

II. Locomotiven.

§. 20.

Geschichtliche Einleitung [1]).

Wie bereits S. 160 erwähnt, gelang es zuerst dem englischen Ingenieur Trevithik, eine brauchbare Eisenbahn-Loco-

1) Literatur zur Geschichte der Eisenbahn-Locomotiven: Wood, A Practical Treatise on Rail roads etc. Dies bereits S. 198 genannte Werk handelt im sechsten Capitel (der dritten, auch ins Deutsche übertragenen Auflage) von den verschiedenen bewegenden Kräften auf Eisenbahnen und widmet dabei zehn Paragraphen (§. 5 bis § 15) der geschichtlichen Entwicklung der Locomotiven. Besonders bemerkenswerth sind dabei die ausführlichen Berichte über die Concurrenzfahrten vor der Eröffnung (1829) der Liverpool-Manchester-Bahn. Die Geschichte der Locomotiven überhaupt reicht indess kaum bis zur Mitte der dreissiger Jahre. — Barlow, A Treatise on the manufactures and machinery of Great-Britain (Auszug aus der Encyclopaedia Metropolitana), London 1836. Hier ist die Geschichte der Locomotiven zwar nur in kurzen Abrissen (§. 301 bis §. 313) behandelt, reicht auch nur bis zum Anfang der dreissiger Jahre, jedoch sind die mit aufgeführten Versuche Lardner's (nach dessen „Lectures on the Steam Engine") bemerkenswerth, welche dieser 1831 mit Locomotiven der Liverpool-Manchester-Bahn zuerst anstellte. — Coste-Perdonnet, Mémoires sur les chemins à ornières, Paris 1830. Dieses zwar dem Eisenbahnwesen im Allgemeinen gewidmete Werkchen enthält nichts destoweniger die besten uns bekannten, nach Maassstab gezeichneten Abbildungen der allerersten aus Stephenson's Maschinenfabrik (in Newcastle upon Tyne) hervorgegangenen Locomotiven der Liverpool-Manchester- und Manchester-Bolton-Eisenbahn. — Heusinger von Waldegg, Geschichte der Erfindung und Ausbildung der Locomotiven. Umfasst den Zeitraum von 1800 bis Mitte der vierziger Jahre. Eine fleissige sorgfältige Arbeit, die später (1850) gleichsam als Einleitung eines grösseren Werkes „Abbildung und Beschreibung der Locomotiven-Maschine" erschien, welches der Genannte mit dem Ingenieur Claus (Kreidel's Verlag, in Wiesbaden) veröffentlichte. — Lechatelier, Flachat, Petiet et

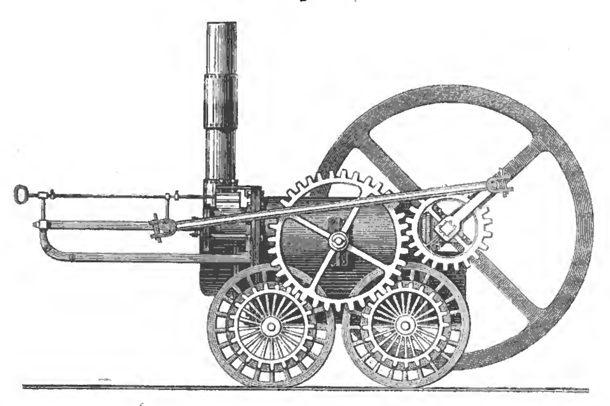
motive zu Stande zu bringen. Im Jahre 1804 wurde diese Maschine dem Betriebe übergeben und zwar in Süd-Wales auf der Merthyr-Tidvil-Eisenbahn, um mit Roheisen beladene Wagen von den Pen-y-darrn-Works wegzuschleppen [1]).

Polonceau, Guide du Mécanicien Constructeur et Conducteur de Machines Locomotives, Ausgabe von 1859. (Die erste Ausgabe von Flachat und Petiet allein erschien 1840, jedoch ohne einen der Geschichte besonders gewidmeten Abschnitt.) Die geschichtliche, wahrscheinlich von Lechatelier geschriebene Einleitung (p. 3 bis 20) der 1859er Ausgabe, enthält manche werhvolle, besonders die Franzosen betreffende Bemerkungen, die man an andern Orten nicht findet. — Clark, On the Improvement of Railway Locomotive Stock etc. Eine Vorlesung mit darauf folgender Debatte in der Versammlung der Institution of Civil Engineers (4. November 1856, welcher Robert Stephenson präsidirte), worin verschiedene wichtige Prioritätsfragen behandelt werden, die sich auf die Verbesserungen der Eisenbahn-Locomotiven beziehen. — Clark, Railway-Machinery, ein Werk, welches bereits S. 199 empfohlen wurde, behandelt die Geschichte der Locomotiven mit grosser Gründlichkeit und Sachkenntniss in zwei Abschnitten, wovon der erste die Zeit von 1784 bis 1830 umfasst, der zweite aber bis über den Anfang der funfziger Jahre hinausreicht. — Clark und Colburn, Recent Practice in the Locomotive Engine, London 1860. Gleichsam eine Fortsetzung des vorgenannten Werkes, nur dass es ausschliesslich die Locomotiven behandelt und den amerikanischen Maschinen einen ganz besonderen Abschnitt widmet. — Smiles, The life of George Stephenson, London 1857 und Lives of the Engineers, Vol. 3 (George and Robert Stephenson), London beziehungsweise 1857 und 1862. Beides vortreffliche Abhandlungen für das Studium der Geschichte der Locomotiven. Das erste ist deutsch bearbeitet erschienen und bildet Nr. 30 von Carl B. Borck's Eisenbahnbüchern. — O. D. Hedley, Who invented the Locomotive Engine? Eine 1858 in London erschienene Streitschrift, worin der Anspruch W. Hedley's (Vater des Verfassers) auf die Erfindung der Eisenbahn-Locomotiven (den Behauptungen Smiles' gegenüber) geltend gemacht wird. Diese Ansprüche wurden noch von Robert Stephenson gründlich widerlegt. Man sehe deshalb das zweite der angeführten Smiles'schen Bücher „Lives of the Engineers", Vol. 3, p. 497 bis 504. — Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer. Tome 3, Paris 1865, chap. 12: „Histoire des Locomotives", eine bis zum Jahre 1865 reichende Arbeit, worin man namentlich den Antheil kennen lernt, welchen die Franzosen an den Verbesserungen der Eisenbahn-Locomotiven genommen haben. — Colburn, Locomotive-Engineering, Glasgow 1864 bis 1866 (Part 1 bis 10). Ein vortreffliches Werk, welches die Locomotiven mit besonderer Gründlichkeit behandelt und zwar mit sorgfältiger Quellenangabe aller dabei benutzten Patent-Beschreibungen, Aufsätze, Abhandlungen und Werke. Nach Colburn's Tode wurde dies Werk von Clark in London fortgeführt und im März 1871 vollendet. Die Geschichte der Locomotive (im ersten Capitel, p. 9—104) reicht hier bis zum Jahre 1861.

1) Bemerkt zu werden verdient (für Deutschland) eine 1833 in Cassel erschienene Schrift des Oberbergraths Henschel, welche betitelt ist: Neue Con-

Aus der hier Fig. 281 folgenden Abbildung dieser Locomotive bei Smiles[1]) und Colburn[2]) erhellt, dass sie auf vier am Umfange völlig glatten Rädern lief, deren Umdrehung von der Dampfmaschine aus mittelst Lenkstange und Krummzapfen unter Einschaltung von Zahnrädern bewirkt wurde.

Fig. 281.



Ein einziger Dampfcylinder war über der Vorderachse im Kessel horizontal gelagert, in welchem sich ein Kolben von 8 Zoll Durchmesser mit dem bedeutenden Hube von $4^1/_2$ Fuss bewegte. Die sonstige Anordnung der Dampfmaschine scheint gleich der seines Strassen-Dampfwagens (S. 160 und 161) gewesen zu sein[3]), d. h. eine ohne Condensation des Dampfes arbeitende sogenannte Hochdruckmaschine, mit Hahnsteuerung, ähnlich Leupold's Maschine,

---

struction der Eisenbahnen und Anwendung comprimirter Luft. Darin wird S. 3 Folgendes angeführt: „Im Jahre 1803 machte ich meinen ersten Entwurf zu einem Dampfwagen, welcher von den hiesigen Technologen Jussow, Lange, Köhler etc. mit Beifall aufgenommen wurde. Die Sache fand jedoch keinen Eingang. Gleichzeitig war in England noch wenig dergleichen geschehen. Auch später, nach Anfertigung eines Modells in natürlicher Grösse, ergab sich keine Gelegenheit zu einer praktischen Verwendung."

1) A. a. O. „Lives of the Engineers". Vol. III, p. 83.

2) A. a. O. S. 13.

3) Colburn, a. a. O. p. 13, liefert eine Abbildung, welche mit „Trevithik's Locomotive 1803" bezeichnet ist, sich jedoch in der Patent Specification Nr. 2599 vom 26. März 1802 nicht vorfindet. — In der Ausgabe von Clark (London und Glasgow 1871) wird p. 13 gesagt, dass diese Skizze eine treue, nur verkleinerte, Copie einer von Trevithik selbst verfertigten Zeichnung sei, welche das Datum „December 1803" trage. Das Original soll sich im South Kensington Museum in London befinden.

welche Bd. 1, S. 499 beschrieben und durch Abbildungen erläutert wurde. Der Dampfkessel bildet einen Kreiscylinder, worin man zugleich den Dampfcylinder in horizontaler Lage placirt hatte und dessen zugehöriger Schornstein eine Höhe von circa 12 Fuss gehabt zu haben scheint. Der aus dem Dampfcylinder entweichende Dampf wurde in einem Rohre, dessen Ende rechtwinklig aufwärts gebogen war, in den Schornstein geblasen.

So richtig letztere Thatsache ist, so dürfte es doch als gewiss anzunehmen sein, dass Trevithik von der wichtigen Eigenschaft des heutigen Dampfblasrohrs als Zugbeförderungsmittel entweder gar keine oder doch nicht die rechte Idee gehabt hat, was fast zweifellos dadurch wird, dass er später (1815) selbst ein Patent auf Anbringung von ‚Ventilatoren nahm [1]), um damit den für ein brauchbares Feuer erforderlichen Luftzug herbeizuführen.

Beim ersten Versuche schaffte Trevithik's Maschine einen Zug fort, dessen Wagen mit 10 Tonnen (200 engl. Ctnr.) Stangeneisen (bar-iron) beladen waren, und legte dabei pro Stunde einen Weg von 5 engl. Meilen zurück. Auch nachher scheint die Maschine mit Erfolg gearbeitet zu haben [2]), indess stellten sich auch zwei widerstreitende Erscheinungen heraus, nämlich, dass ihr Gewicht zu gross war in Bezug auf die Widerstandsfähigkeit der flachen gusseisernen Bahnschienen (tramplates), dagegen wiederum zu klein war, um eine hinlängliche Adhäsion der glatten Räder auf den Bahnschienen zu erzeugen und eine wünschenswerthe Zahl schwer beladener Wagen fortzuschaffen [3]).

---

1) Smiles' „Lives etc.“, Vol. 3, p. 498.

2) Nach der Aussage des Monteurs der Maschine, eines gewissen Rees Jones (Smiles' „Lives etc.“ p. 83), arbeitete die Maschine nach Wunsch, nur zerbrach sie zu oft die Bahnschienen und deren Verbindungstheile.

3) Zur besseren Beurtheilung der Frage, welches Gewicht $= L_1$ auf den Triebrädern einer Locomotive ruhen muss, um eine bestimmte Zugkraft ausüben zu können, ohne zu glitschen, benutzen wir die S. 178 unter IV und V aufgestellten Gleichungen und erhalten daraus:

$$c \,.\, m\,(Q + q) = f_a\, L_1.$$

Für $c = 1{,}3$, ferner $m = {}^1/_{100}$, $f_a = {}^1/_{20}$ (bei sehr schlechtem Zustande der Schienen, wenn sie schlüpfrig und schmutzig sind, nach Wood und Köhler a. a. O. S. 339) und $L_1 = 4$ Tonnen, findet man

$$Q + q = \frac{f_a\, L_1}{c\,.\,m} = \frac{400}{20\,.\,1{,}3} = 15{,}4 \text{ Tonnen circa.}$$

Dazu werde bemerkt, dass $m = {}^1/_{100}$ lange noch nicht der grösste bei den älteren Eisenbahnen ermittelte Werth ist. So soll Palmer bei einer Schieferbrucheisenbahn (nach Wood-Köhler, S. 249) gefunden haben, $m = {}^1/_{87}$ und Tredgold in seinem „Rail-Roads and Carriages“ giebt sogar (p. 16) an, dass bei anderweiten Versuchen mit einem Pfunde Kraft eine Last von sechsig Pfunden, auf einer horizontalen Eisenbahnstrecke, mit einer Geschwindigkeit von $2^1/_2$ engl. Meilen pro Stunde gezogen worden wäre, wozu Tredgold noch die Bemerkung fügt, dass demnach ein mittelstarkes Pferd auf derselben Eisenbahn ein Totalgewicht von 9000 Pfund fortzuschaffen im Stande sein würde. Es wäre hiernach $m = {}^1/_{60}$ gewesen.

Unter Annahme dieses letzteren Werthes hätte sich aus der Gleichung

Statt sich gegen beide Uebel so zu helfen, wie dies nach Trevithik andere Ingenieure verstanden, d. h. das Gewicht der Locomotiven (und namentlich das auf die Triebräder kommende Gewicht, in der Note Nr. 3 voriger Seite mit L_1 bezeichnet) zu vergrössern und nicht nur stärkere, sondern auch schmiedeeiserne Bahnschienen in Anwendung zu bringen, verzweifelte Trevithik überhaupt an der Möglichkeit, eine brauchbare Eisenbahnlocomotive mit glatten Radreifen (Bandagen, Tyres) zu Stande zu bringen, weshalb er nicht nur seine Maschine von gedachter Eisenbahn entfernte, sondern auch jede weitere Verfolgung des Gegenstandes ganz aufgab.

Die von Trevithik gemachten übeln Erfahrungen und das Ansehen, was er als einer der tüchtigsten Ingenieure seiner Zeit genoss[1]), waren Veranlassung, dass man ganz besondere Mittel ausfindig zu machen für nöthig hielt, um Locomotiven zum Fortschaffen grösserer Lasten und namentlich auf ansteigenden Strecken brauchbar zu machen.

Die beachtenswertheste Anordnung aller desfallsigen Versuche ist die eines gewissen Blenkinsop, Aufseher des Middleton-Kohlenbergwerks bei Leeds, dem 1811 ein Patent ertheilt wurde[2]) auf Anwendung einer längs der ganzen Eisenbahnlinie gelegten mit Zähnen versehenen Schiene an einer Seite der Bahn fortlaufend, in welche Zahnschiene ein von der Locomotive umgedrehtes Zahnrad greifen sollte, um deren Fortlauf zu bewirken. Es war einleuchtend, dass durch eine solche Construction selbst starke Neigungen überwunden werden konnten, über welche die Locomotive Bahnzüge zu transportiren hatte.

Fig. 282 zeigt die Blenkinsop'sche Anordnung, und ist diese Abbildung dem oben S. 198 (in der Note) gedachten Cumming'schen Schriftchen entnommen, zugleich die älteste Quelle, welche der Verfasser von glaubwürdigen

---

$$1{,}3 \,.\, {}^1\!/_{60},\ 15{,}4 = {}^1\!/_{20}\, L_1,$$

das erforderliche Gewicht der Locomotive berechnet zu: $L_1 = 6{,}67$ Tons.

Nach Angaben Colburn's (a. a. O. p. 14) dürfte aber Trevithik's Locomotive nicht mehr als höchstens 4 Tons Totalgewicht gehabt haben.

Die zuerst berechneten und im zweiten Falle angenommenen 15,4 Tons Totalgewicht des Zuges, bei Trevithik's erstem Versuche, entsprechen den Angaben Tredgold's (a. a. O. p. 93), dass bei den ersten Eisenbahnwagen (wahrscheinlich Kohlenwagen) das Gewicht des Wagens allein etwa die Hälfte des Totalgewichts betragen hätte. Die Nutzlast des Zuges betrug, wie oben im Texte angegeben, zehn Tonnen.

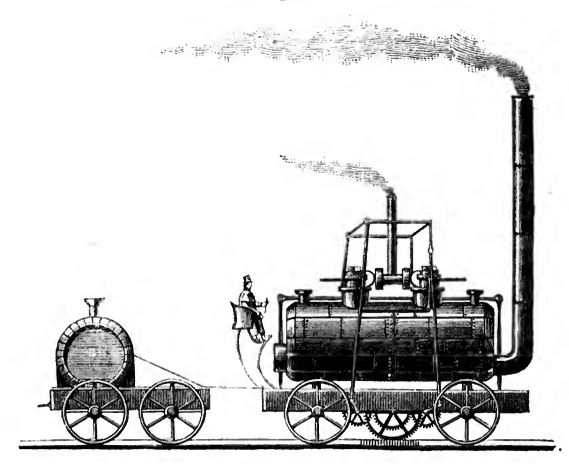
1) Lecount, ein Ingenieur der London-Birmingham-Eisenbahn, spricht sich (nach Smiles' „Lives" p. 498) über Trevithik an einer Stelle, wo es sich um dessen Antheil an der Erfindung des Blasrohrs als Luftzugbeförderungsmittels bei Locomotiven handelt, folgendermaassen aus: „Trevithik has laurels enough, and has no need to borrow a single leaf from the crown of another." Dagegen sehe man die bereits S. 159 (Note 1) citirte Biographie Trevithik's, aus der Feder des Herrn M. M. v. Weber in Westermann's deutschen Monatsheften, October 1876, S. 60.

2) Patent Specification Nr. 3431 vom 16. Mai 1811 (leider ohne Abbildungen).

Berichterstattern aufzutreiben vermochte [1]). Der ganze Bau ruht auf vier Rädern mit völlig glatten Umfängen oder Reifen, welche gleichzeitig durchaus unabhängig von den arbeitenden Theilen der Maschine waren. Die Betriebs-



Fig. 282.



dampfmaschine, von dem bereits Bd. I, S. 509 rühmlichst erwähnten Mechaniker Murray in Leeds construirt, bestand (zum ersten Male) aus zwei senkrecht auf halbe Höhe in den Dampfkessel versenkten neben einander stehenden Cylindern, von denen Kolbenstangen die Bewegung mittelst Lenkstangen und Kurbel auf Zahnräder übertrugen, die mit einem dritten Zahnrade im Eingriffe standen, und wodurch endlich die Umdrehung eines vierten Zahnrades bewirkt wurde, dessen Zähne in die (an einer Seite der Bahn festliegende) Zahnstange fassten. Jede Dampfmaschine war doppelt wirkend, und die beiden Krummzapfen unter rechtem Winkel gegen einander gestellt.

Der Dampfkessel war cylindrisch mit einem der ganzen Länge nach durchgehenden Feuerrohre, in welchem man (nach dem Cornwall'schen Systeme, Bd. 1, S. 589) den Rost placirt hatte. Der Druck des Dampfes dürfte 30 bis 40 Pfd. pro Quadratzoll betragen haben. Der Kessel soll pro Stunde 8 Cubikfuss Wasser mit einem Aufwande von 75 Pfd. Kohlen verdampft haben. Den aus den Cylindern abströmenden Dampf liess man direct in die Atmosphäre blasen.

1) Die Art der Verbindung der oberen Kolbenstangenenden mit den sogenannten Traversen und der letzteren mit den Lenkstangen ist offenbar ganz falsch gezeichnet. Indess hielt es der Verfasser für Pflicht, die Abbildung des Originals unverändert wiederzugeben.

Das Gewicht der Blenkinsop'schen Locomotiven wird zu 5 Tons angegeben, womit sie einen Zug, aus 30 Kohlenwagen von 94 Tons Gesammtgewicht bestehend, auf der Horizontalen mit $3\frac{1}{2}$ engl. Meilen Geschwindigkeit pro Stunde fortgezogen oder einen andern Zug von 15 Tons über eine Gradiente von $\frac{1}{15}$ mit 10 Meilen Geschwindigkeit pro Stunde transportirt haben soll[1]).

Blekinsop's Zahnstangenbahn mit ihren Locomotiven scheint bis zum Anfange der dreissiger Jahre zwischen Middleton und Leeds ohne Unterbrechung dem Kohlentransporte nützlich gewesen zu sein, jedoch ausser einem Versuche, welche ein angesehener Kohlenbergwerksbesitzer zu Wylam (am linken Ufer des Tyne, etwa 8 Meilen westlich von Newcastle upon Tyne) mit Namen Blackett machte[2]), keine weitere Verwendung, wenigstens nicht in Europa, gefunden zu haben[3]).

Von noch anderen Bemühungen, die Mängel der Trevithik'schen Locomotive zu umgehen, verdienen höchstens die der Gebrüder Chapman zu Newcastle (1812) und die eines gewissen Brunton (1813) auf den Butterley-Eisenwerken in Derbyshire, erwähnt zu werden. Ersterer versuchte nämlich den Fortlauf der Locomotive dadurch zu bewirken, dass er längs der Eisenbahnmitte eine Kette ausspannte und diese entsprechend um eine Scheibe oder Trommel laufen liess, welche unter der Maschinenmitte gelagert war und sich in festen Lagern umdrehte.

Brunton dagegen versah seine Locomotive an ihrem Hintertheile mit automatischen Beinen und Füssen, welche sich ähnlich arbeitenden lebenden Pferden (Fig. 155 S. 148) gegen den festen Boden stemmten, die an den untersten Enden mit Zacken ausgestattet waren, damit sie nicht gleiten konnten u. s. w.[4])

Chapman's Anordnung gelangte kaum versuchsweise zur Ausführung und auch Brunton's System „Imitations of nature, to go upon legs" scheint niemals wirklich praktischen Zwecken gedient zu haben[5]), nach Smiles[6]) wenigstens nicht weit über das Experimentiren hinaus gekommen zu sein.

Die Lösung der Hauptaufgabe war dem bereits erwähnten Blackett und einem seiner Aufseher bei den Wylam-Kohlenwerken, William Hedley, aufbewahrt, die beide nach allerlei übeln Erfahrungen mit dem Zahnstangensysteme wieder auf die

1) Clark, Railway-Machinery, p. 2.

2) Smiles' „Lives etc." p. 87.

3) Colburn in seinem „Locomotive Engineering" p. 16 erzählt, dass 1848 das Zahnstangensystem in Nordamerika und zwar für eine Ansteigung von $\frac{1}{17}$, bei der Madison- und Indianopolis-Eisenbahn, nochmals Anwendung gefunden habe. Colburn giebt Zeichnung und Beschreibung der betreffenden Locomotiven seinen Angaben bei und fügt als Sonderbarkeit hinzu, dass die sechsrädrige Maschine mit nicht weniger als fünf Dampfcylindern ausgestattet gewesen sei.

4) Ausführliches findet sich in der betreffenden Patent Specification Nr. 3700 vom 13. Mai 1813.

5) Wood-Köhler, Eisenbahnkunde, S. 205.

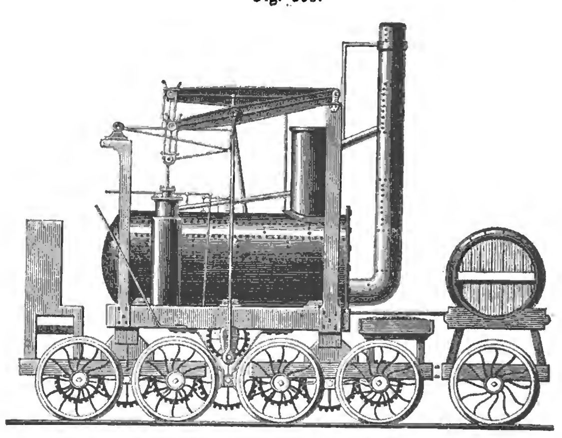
6) „Lives" of the Engineers, Vol. III, p. 86. Die betreffende Patent-Specification datirt vom 22. Mai 1813 und trägt die Nummer 3700.

Verwendung völlig glatter Triebräder, zur Erzeugung der zum Fortschreiten erforderlichen Adhäsion zwischen den Radumfängen und den Bahnschienen, zurückkamen [1]).

Nach allerlei Versuchen mit durch Menschenhand bewegten Wagen [2]), um das richtige Gewicht zu ermitteln, welches bei verschiedenen Zuständen und Beschaffenheiten der Bahnschienen auf die Triebräder kommen musste, damit bei gegebenen Zuglasten kein Glitschen der Räder eintrat, liess Blackett 1813 durch Hedley erst eine eincylindrige, nachher 1815 eine zweicylindrige, vierrädrige Locomotive für die Wylam-Lemington-Eisenbahn ausführen, der schliesslich eine dritte verbesserte und auf acht Rädern laufende Maschine von der Art folgte, wie in Fig. 283 abgebildet ist.

Die Dampfkraft wurde von zwei vertical stehenden Cylindern aufgenommen und durch mit Watt'schen Parallelogrammen zur Senkrechtführung der

Fig. 283.



Kolbenstangen versehene Balanciers auf Lenkstangen und Kurbeln übertragen. Mit letzteren auf derselben Welle hatte man Zahnräder befestigt, welche die Umdrehkraft auf andere ähnliche und gleiche Räder übertrugen, wovon je vier auf den Achsen der Laufräder sassen, wodurch zugleich alle acht Räder der

1) Hedley's Patent Specification (leider ebenfalls ohne Abbildungen) datirt vom 13 März 1813 und trägt die Nummer 3666. Specieller noch behandelt den ganzen Gegenstand die bereits früher angegebene Streitschrift, welche ein Sohn Hedley's 1858 in London unter dem Titel veröffentlichte: „Who invented the Locomotive engine.“

2) Smiles' „Lives,“ p. 91 und mit Abbildungen begleitet bei O. D. Hedley a. a. O. S. 12, Platte 3.

Maschine gekuppelt und zum Angreifen auf die Bahnschienen gezwungen wurden.

Um das belästigende Geräusch des aus den Cylindern in den Schornstein blasenden Dampfes zu vermindern oder gänzlich zu vermeiden, liess man denselben in eine am hinteren Theile des Kessels placirte cylindrische Kammer und erst von da ab durch ein zweites Rohr in den Schornstein strömen.

Zwei besonders bemerkenswerthe und wirksame Constructionstheile dieser Locomotive waren überdies noch folgende. Erstens der eigenthümliche mit einem rückkehrenden Rauchrohre versehene Dampfkessel (return-flue-boiler) [1]), so dass die Heizung von dem Ende aus geschah, woselbst sich der Schornstein befand, und wodurch eine verhältnissmässig grosse Heizfläche erlangt wurde. Zweitens, dass man die Schornsteinweite vermindert, von 20 bis 22 Zoll auf das (für die Dampfcylinder passende) bessere Maass von 12 Zoll Durchmesser gebracht hatte und damit einen günstigeren Zug für die zwischen den Roststäben eindringende atmosphärische Luft erlangte.

Während der Zeit dieser Bemühungen war George Stephenson [2]) (erst Maschinenaufseher, nachher Ingenieur des in nördlicher Richtung von Newcastle gelegenen West-Moor-Kohlenwerkes zu Killingworth) bereits eifrig mit der Idee beschäftigt gewesen, eine zweckmässigere Locomotive als die bisher construirten zu erfinden, und zwar zunächst nur in der Absicht, die Kosten des Pferdetransportes auf der Killingworther-Kohlen-Eisenbahn zu ermässigen.

Nach vieler Arbeit und Bekämpfung mancher Hindernisse (und mit Lord Ravenworth's Geldunterstützungen) gelang es Stephenson am 25. Juli 1814 die erste Locomotive für die Killingworth-Bahn zu Stande zu bringen. Diese Maschine glich hinsichtlich der allgemeinen Dispositionen der Blenkinsop'schen

---

1) Abbildungen bei O. D. Hedley a. a. O. p. 22, Pl. 4.

2) George Stephenson, der nachher weltberühmte, um das Eisenbahnwesen und die Locomotiven hochverdiente Mann, wurde 1781 am 9. Juni von braven Eltern des Arbeiterstandes (sein Vater war Kesselheizer bei der Dampfmaschine eines alten Kohlengruben-Pumpwerkes) in einer ärmlichen Hütte des bereits oben erwähnten Dorfes Wylam geboren. Der Hütte gegenüber führte die Holz- und nachherige Eisenbahn vorbei, auf der man mittelst Pferden mit Kohlen beladene Wagen nach dem Tyne-Einschiffungsplatze Lemington schaffte, und welche Bahn (wie bereits mitgetheilt) die erste war, auf der eine Locomotivmaschine hin und her fuhr, wobei man (nach Blackett und Hedley) mit völligem Erfolge die Adhäsion glatter Räder als Mittel des Fortlaufens zu benutzen verstanden hatte. Der treffliche Mann und Vater des um das gesammte Ingenieurwesen ebenso verdienten Robert Stephenson, starb in Tapton House, seinem lieblichen Wohnsitze, eine Meile von der Stadt Chesterfield, am 12. August 1848 im 67. Jahre seines Alters. Robert Stephenson wurde am 16. December 1803 geboren und starb am 12. October 1859 im 56. Lebensjahre.

Locomotive, nur dass ähnlich wie bei Blackett-Hedley die auf den Krummzapfenachsen steckenden Zahnräder ihre Bewegung direct auf die vier Laufräder der Maschine übertrugen, statt hierzu ein grosses in eine Zahnstange greifendes Rad zu benutzen.

Nachdem diese Maschine kaum ein Jahr gelaufen war, stellten sich leider ihre Unterhaltungskosten so hoch heraus, dass der Kohlentransport nicht wohlfeiler als durch Pferde zu beschaffen war. Stephenson glaubte die Hauptschuld des Uebels in der Bewegungstransmission durch Zahnräder zu finden und ersann deshalb eine völlig andere Construction der Locomotive, die er sich auch 1815 patentiren liess [1]).

Die Abbildungen der unten citirten Patentbeschreibung, sowie Skizzen in Colburn's „Locomotive Engineering" (Ausgabe von Clark, 1871, p. 19) lassen erkennen, dass diese Maschine mit zwei senkrecht stehenden Cylindern der ersten zwar äusserlich ähnlich, jedoch in sofern ganz verschieden war, als ihre beiden gekröpften Lauf- und Triebachsen durch horizontal unter dem Kessel in der Längenrichtung der Maschine hin und her schwingende Lenk- oder Kuppelstangen mit einander verbunden waren. Sodann, dass überdies der mitfolgende Tender (Munitionswagen für Wasser und Kohlen) durch eine endlose Kette mit der Hinterachse der Maschine derartig in Verbindung gesetzt werden konnte, dass man sein Gewicht zur Vermehrung der erforderlichen Adhäsion der Locomotive zu benutzen vermochte. Mehrfache Brüche der gedachten, wahrscheinlich schlecht geschmiedeten Kuppelstangen veranlassten Stephenson, auch die Kuppelung der beiden Triebachsen durch eine endlose Kette zu bewirken. Auf diese Anordnung, ferner auf die Construction und Verwendung von eigenthümlichen Dampffedern, um das Fortpflanzen nachtheiliger Stösse der Bahnunebenheiten auf die Maschine zu vermindern oder zu verhüten, und endlich auf die Vertheilung des Locomotivengewichtes auf sechs (statt auf vier) Räder, nahm Stephenson 1816 ein zweites Patent [2]), dessen Constructionsprincipien bereits ausserhalb der Killingworth-Eisenbahn sich Geltung verschafften.

Allgemeinen Beifall fanden Stephenson's Locomotiven jedoch erst nach Gründung seiner nachher so berühmten Maschinenfabrik in Newcastle upon Tyne, was im August 1823 geschah [3]).

Die Abbildung einer der ersten in gedachtem Etablissement gebauten Locomotiven, welche Stephenson für die 1822 eröffnete Eisenbahn zum

---

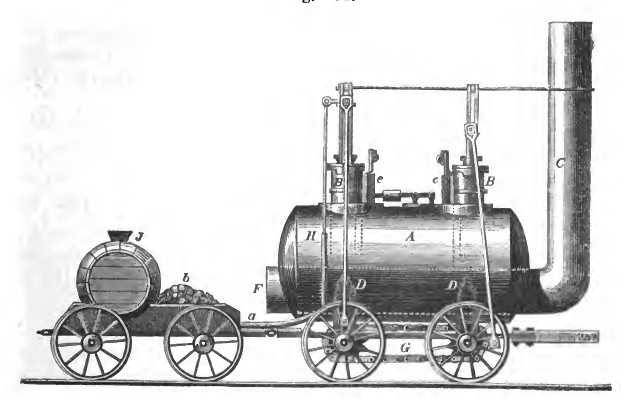
1) Patent Specification Nr. 3887 vom 8. April 1815. Dieselbe nennt am Kopfe als Patentinhaber: Ralph Dodds (Oberaufseher der Killingworth Kohlenwerke) and George Stephenson, both of Killingworth, in the County of Northumberland.

2) Patent Specification Nr. 4067 vom 26. November 1816.

3) Smiles a. a. O. Vol. III, p. 163. In active Thätigkeit kam die Fabrik erst im folgenden Jahre 1824.

Kohlentransporte von Hetton nach der Einschiffungsstelle am Wearflusse, unweit Sunderland, lieferte, findet sich besonders gut dargestellt in Tredgold's Werke: „Rail-Roads and Carriages,“ wonach der hier folgende Holzschnitt, Fig. 284, gearbeitet ist. Tredgold hebt dabei hervor, dass im Volksmunde diese Locomotiven „Iron Horses“ genannt wurden.

Fig. 284.



A bezeichnet den Dampfkessel, ein sogenannter Cornwallkesse mit inwendig liegendem Roste, zu dem man von *F* aus gelangte. Die Verbrennungsproducte zogen in dem Schornsteine *C* ab, dessen Höhe circa 12 Fuss betrug. Der Dampfdruck im Kessel variirte von 40 bis 50 Pfd. pro Quadratzoll, *BB* sind die beiden Dampfcylinder mit Kolben von 9 Zoll Durchmesser und 24 Zoll Hub. Die Krummzapfen, auf welche die Dampfmaschinen ihre Bewegung übertrugen, waren unter rechten Winkeln gegen einander gestellt und zur constanten Erhaltung dieser Stellung, sowie zur besseren Vertheilung der übergetragenen Arbeit eine endlose Kette *G* angebracht, die über geeignete Scheiben auf den Radachsen gelegt war. Dass hierdurch zugleich beide Räder mit derselben Geschwindigkeit umgedreht wurden, bedarf wohl kaum erwähnt zu werden. Uebrigens hatten die Räder $3^1/_2$ Fuss Durchmesser und die Achsschenkel (Zapfen) $3^1/_2$ Zoll Dicke.

Mit den Buchstaben *DD* sind die bereits erwähnten Dampffedern angedeutet. Es bestanden diese aus kleinen Cylindern, deren obere Enden mit dem Innern des Kessels communicirten, während man sie nach unten hin ganz offen gelassen hatte. In diesen Cylindern verschoben sich dampfdichte Kolben, deren Stangen nach unten gerichtet und mit den Achsbüchsen der Räder in geeignete Verbindung gebracht waren. Der Dampf drückte gegen das Kesselwasser und dieses gegen die oberen Flächen der Kolben, so dass das Gewicht der ganzen Maschine gleichmässig über alle vier Räder vertheilt war und ausserdem die ganze Anordnung einen völligen Ersatz der nachher gebräuchlichen Stahlfedern bildete. Leider hatten diese Dampffedern allerlei

üble Eigenschaften an sich, beispielsweise, dass, wenn der Dampf die zum Tragen erforderliche Elasticität nicht hatte, die Kolben aufwärts stiegen und die Federwirkung theilweise oder ganz aufhörte. Rechnete man hierzu die mögliche Nichtdichtung der gedachten kleinen Dampfkolben, so war es nicht zu verwundern, dass man dies System nachher wieder aufgab.

Die Speisung des Dampfkessels verrichtete eine von der Maschine getriebene Druckpumpe *H*, die ihr Wasser mittelst eines elastischen Schlauches *a* aus der Tonne *J* zog, welche nebst den erforderlichen Steinkohlen *b* auf dem bereits erwähnten Tender placirt war. Mit letzterem hatte man durch kurze Kuppelketten die fortzuschaffenden Kohlenwagen in geeignete Verbindung gebracht[1]).

Im Jahre 1825 verbesserte Stephenson seine Locomotiven dahin[2]), dass er die beiden Radachsen durch äussere Kuppelstangen verband und zugleich stählerne Tragfedern von der Art zwischen den Rädern und dem ganzen übrigen Bau einschaltete, wie wir solche an den meisten Locomotiven der Gegenwart noch vorfinden. Bemerkenswerth ist bei diesen Locomotiven auch der Mechanismus, wodurch man je nach Erforderniss das Vor- und Rückwärtsfahren der Maschine veranlassen konnte.

Nach Wood's Angabe[3]) war die Anordnung folgende:

Auf jeder der Triebachsen *a* war lose eine excentrische Scheibe *i* mit der Excentricität *ab* aufgesteckt, dagegen ein Arm *ac* (Mitnehmer genannt) auf derselben Achse unverrückbar befestigt, so dass sich letzterer mit der Triebachse stets zugleich umdrehte. Die Fläche der excentrischen Scheibe *i* war ferner mit einem kreisförmigen, aus *a* mit $ac = af$ als Halbmesser beschriebenen Schlitze versehen, in welchem ein Bolzen (Stift, Warze) am Ende *c* des Mitnehmers *ac* gleiten konnte. Je nachdem nun, durch Drehung der lose aufgesteckten excentrischen Scheibe, der Bolzen *c* sich in *d* oder *f* gegen die Endstellen der Kreisnuth *df* lehnte, hatte der Schieber der Dampfmaschine diejenige Stellung erlangt, welche zum Rückwärts- oder Vorwärtsfahren erforderlich war.

Die sonst in Fig. 285 gezeichneten Organe *n, k, l, h* u. s. w. bedürfen keiner Erklärung[4]), da sie schon den von Watt getroffenen Anordnungen der

---

1) Auf der Hetton-Eisenbahn zog eine Locomotive der beschriebenen Art (nach Tredgold p. 12 u. 14) 13 bis 17 Kohlenwagen, die beladen (zusammen) ein Gewicht von 64 Tons, leer von $18\frac{1}{2}$ Tons hatten. Die Fahrgeschwindigkeit variirte dabei von $3\frac{1}{4}$ bis 4 engl. Meilen pro Stunde.

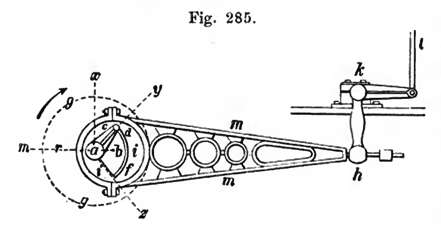
2) Abbildungen dieser Maschinengattung u. a. in Clark's „Railway Machinery," p. 4. Ferner in Colburn-Clark's „Locomotive Engineering" (1871) p. 20.

3) Rail-Roads (Third Edit.), p. 298. In der Köhler'schen Uebersetzung S. 211.

4) Der Krummzapfenhalbmesser $\overline{am} = r$ ist in unserer Abbildung in horizontaler Stellung angenommen, während ay und az die verlängerten Richtungen der Excentrikshalbmesser $\overline{ab} = \varrho$ andeuten.

Schiebersteuerungen durch Kreisexcentriks entsprechen, worüber bereits in Bd. 1, S. 510 u. s. w. ausführlich gehandelt wurde[1]).

Fig. 285.



Das gedachte System der losen Excentriks mit Mitnehmern auf der Locomotivtriebachse erhielt sich übrigens bis zur Mitte der dreissiger Jahre, wo es sich beispielsweise noch in Pambour's berühmtem Werke über Locomotiven ausführlich besprochen, und durch Abbildungen erläutert vorfindet[2]).

Ungeachtet der günstigen Erfahrungen mit den Locomotiven der Killingworth- und Hetton-Eisenbahn hatte Stephenson vor Eröffnung der Stockton-Darlington-Bahn (welche das reiche Mineral- und besonders Steinkohlengebiet der Grafschaft Durham

---

1) Mit Zuziehung von Fig. 330, Bd. 1, S. 511, erkennt man zuerst leicht, dass bei der mittleren Stellung des Kolbens einer gewöhnlichen Dampfmaschine der Dampfvertheilungsschieber nur in die völlig entgegengesetzte Lage geschoben zu werden braucht, um den Kolben nach der ebenfalls entgegengesetzten Richtung zu bewegen. Hierdurch wird aber gleichzeitig auch die Umdrehrichtung des Krummzapfens verändert, bei Locomotiven also auch die Drehrichtung der Triebräder. Wie bereits Bd. 1, S. 512 hervorgehoben wurde, stellt man hierzu den Halbmesser des Schieberexcentriks fast nie unter 90 Grad gegen den Krummzapfenradius, sondern vergrössert letzteren Winkel um 10 bis 30 Grad und nennt ihn den Voreilungswinkel. Hierdurch erreicht man, dass sogleich am Anfange des Kolbenweges eine grössere Dampfmenge eintreten und gleichzeitig der entweichende Dampf besser abziehen kann. Um ferner den Dampf bis zu einer gewissen Grenze durch Expansion wirken lassen zu können, verlängert man auch noch die Deckflächen der Schieberflächen über die Breite der Dampfcanäle im Cylinder hinaus, wodurch sich das Excentrik noch mehr von der gedachten rechtwinkligen Stellung entfernt. Letztere Verlängerung pflegt man die Deckung (Ueberlappung) zu nennen, während die Grösse der Oeffnung, um welche der Dampfcanal schon geöffnet ist, wenn sich der Kolben erst am Anfange seines Hubes befindet, das Voreilen genannt wird. Es lässt sich zeigen, dass zwischen dem Excentrikshalbmesser $\overline{ab} = \varrho$, dem Voreilwinkel $xay = \delta$, Fig. 285, der Deckung $= e$ und dem Voreilen $= v$ die Gleichung besteht: $\sin. \delta = \frac{e + v}{\varrho}$, so dass beispielsweise für $e = 24^{mm}$, $v = 6^{mm}$ und $\varrho = 60^{mm}$, $\sin. \delta = \frac{1}{2}$, also $\delta = 30$ Grad ist, und mithin $\angle\, yaz = 120$ Grad betragen kann.

2) Pambour, A Practical Treatise on Locomotive Engine, London 1836, p. 18, Pl. 3. Eine Ausgabe in französischer Sprache erschien bereits 1835. Nach einer späteren Auflage bearbeitete Dr. Schnuse dies Werk deutsch, unter dem Titel: Theoretisch-praktisches Handbuch über Dampfwagen, Braunschweig 1841.

mit der Nordsee verbinden sollte) mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen, um auch hier freie Locomotiven zur Anwendung zu bringen. Pferde und einige stationäre Dampfmaschinen, letztere wegen einiger sehr starken Steigungen, hielt man nicht nur für ausreichend, sondern auch für zuverlässiger und sicherer und nur versuchsweise bestellte man endlich drei Locomotiven in der neu errichteten Stephenson'schen Maschinenfabrik zu Newcastle upon Tyne [1]).

Stephenson sah jedoch auch hier seinen sprüchwörtlich gewordenen Mahnruf „Perseverance" (Beharrlichkeit), womit er Jung und Alt immer zu ermuthigen pflegte, mit Erfolg gekrönt, indem er bereits bei der Eröffnung der Bahn (am 27. September 1825) die Genugthuung hatte, dass seine erste Locomotive mit einem 90 Tonnen schweren (mit Personen und Kohlen beladenen) Wagenzuge in 65 Minuten die ganze ziemlich 9 engl. Meilen betragende Bahnlänge von Stockton nach Darlington durchlief und an einigen Stellen die Fahrgeschwindigkeit sogar zwölf engl. Meilen pro Stunde erreichte.

Diese Bahn war zugleich die erste, welche man andauernd mit zum Personentransporte benutzte und deren commercielle Erfolge einen bedeutsamen Wendepunkt in der Benutzung der Locomotiven als Zugkraft für Eisenbahnfuhrwerke einleiteten.

Bemerkt zu werden verdient hier noch, dass im Jahre 1825 George Stephenson bereits 39 feststehende Dampfmaschinen und 16 Locomotiven in seinen beiden Maschinenfabriken (Killingworth und Newcastle upon Tyne) mit Frfolg gebaut und einige dieser Maschinen auch nach Frankreich geliefert hatte. Am Ende des Jahres 1827 übernahm George Stephenson's einziger Sohn Robert (der fast nach dreijähriger Abwesenheit aus Amerika zurückgekehrt war) die Leitung der Newcastler Maschinenfabrik, in welchem Jahre auch der Ingenieur Hackworth, Maschinenmeister der Stockton-Darlington-Bahn, die in der untenstehenden Note erwähnte Wilson'sche Locomotive zum Umbauen erhalten und nach mehrfacher Veränderung (1827) unter dem Namen „Royal George" wieder der Bahn zum Betriebe übergeben

---

1) Eine Abbildung der ersten dieser Locomotiven findet man in Smiles' „Lives etc." Vol. III, p. 175, woraus erkennbar ist, dass sie im Allgemeinen der späteren Killingworth-Maschine gleicht, zwei Paar durch äussere Stangen gekuppelte verhältnissmässig hohe Triebräder hat und mit dem Blasrohre versehen ist, welches, zur Beförderung des Luftzuges, den gebrauchten Dampf in den Schornstein blies. Colburn, in seinem „Locomotive Engineering", p. 21, spricht von vier Stephenson'schen Maschinen (Smiles a. a. O. p. 165 nur von dreien) und bemerkt dabei, dass die Firma Wilson in Newcastle ebenfalls eine Locomotive für die Stockton-Darlington-Bahn geliefert habe, welche mit vier Cylindern ausgestattet gewesen sein soll.

hatte. Diese Maschine hatte sechs gekuppelte Triebräder, zwei vertical stehende Cylinder mit nach unten wirkenden Kolbenstangen, deren Lenkstangen direct (ohne Balanciers) und gemeinschaftlich auf die Krummzapfen der Vorderräder, also auf eine und dieselbe Triebachse, wirkten. Von verschiedenen englischen [1]) und französischen [2]) Schriftstellern wurde Hackworth's „George" von jeher als diejenige Maschine ihrer Art bezeichnet, welche zuerst mit einem Blasrohre ausgestattet gewesen sei, während andere glaubwürdigere Nachrichten dahin gehen, dass Hackworth höchstens der Erste gewesen wäre, welcher die Vortheile eines conisch-convergenten Ansatzrohres an der cylindrischen Mündung erkannte und davon (1827) bei seiner Locomotive „Royal George" Gebrauch machte [3]).

---

1) Abbildung der Locomotive „Royal George" findet sich u. A. auch in der 1871 von Clark besorgten Ausgabe von Zerah Colburn's „Locomotive Engineering", p. 21, Fig. 19.

2) Lechatelier, Guide du Mécanicien-Constructeur etc.: Machines Locomotives, Edit. 1859, p. 10.

3) Das Blasrohr ist eine in der Schornsteinmitte vertical aufwärtssteigende Fortsetzung des Dampfaustrittrohrs mit cylindrisch oder conisch convergent gestalteter Ausflussöffnung, um eine möglichst grosse Dampfmenge mit bedeutender Geschwindigkeit durch einen niedrigen Schornstein zu treiben und dadurch eine Zugwirkung zu erzeugen, welche ausserdem nur durch hohe Schornsteine oder durch sogenannte Gebläse herbeizuführen sein würde. Indem nämlich der Dampf mit erhöhter Vehemenz durch die Blasrohrmündung in den Schornstein strömt, reisst er die im Rauchkasten befindliche atmosphärische Luft mit sich fort und zwar derartig, dass in letzterem Raume, sowie in den Heizröhren und endlich in der Feuerkiste eine Luftverdünnung entsteht, welche zur Folge hat, dass die äussere Luft vom Druck der Atmosphäre durch die Rostzwischenräume und die Brennstoffschicht in die Feuerbüchse getrieben wird.

Diese Lufterzeugung mittelst ausströmender Dampfstrahlen ist sehr alt. Schon Vitruv scheint mehr als eine blosse Idee davon gehabt zu haben (deutsche Bearbeitung von Rode, Buch 1, Capitel 7, S. 43 u. 44) und Philibert de Lorme (im sechszehnten Jahrhundert) sprach den Vorgang bereits bestimmter aus (Lechatelier in der Vorrede des Guide du Mécanicien-Constructeur, Ausgabe von 1859, p. 11). In dieselbe Kategorie von Erscheinungen gehört ferner das sogenannte Wassertrommelgebläse (man sehe des Verfassers Hydromechanik S. 154), zu dessen Erklärung bereits 1791 die Toulouser Akademie aufforderte und Venturi 1797 durch Versuche zeigte, dass solche Saugwirkungen unter mancherlei Umständen, namentlich dann entstehen, wenn Wasser aus einem Gefässe durch eine cylindrische oder conische Ansatzröhre ausfliesst, und dabei bemerkte, dass dieses Phänomen zum Erheben von Flüssigkeiten benutzt werden könne (Gilbert, Annalen der Physik Bd. 3, S. 173 u. s. w. sowie die Hydromechanik des Verfassers S. 242). Ueber Trevithik's erfolgloses Bemühen, den aus seiner Locomotive blasenden Dampfstrahl zur Luftzugerzeugung im Schornsteine derselben wirksam zu machen, wurde bereits oben (S. 312) berichtet, wozu hier die Bemerkung gefügt werden mag, dass nachher (1806) der Engländer Nicholson ein Patent auf verschiedene specielle Vorrichtungen nahm, um durch

Ungeachtet aller dieser Verbesserungen hatte bis zum Jahre 1828 ausser Stephenson wahrscheinlich Niemand daran gedacht, dass Locomotiven für grosse Fahrgeschwindigkeiten brauchbar sein würden, man hielt sie nur gut für verhältnissmässig grosse Lasttransporte und für geringe Geschwindigkeiten.

George Stephenson's Genie und seiner unvergleichlichen Ausdauer gelang es jedoch, auch diese Aufgabe zu lösen, wozu ganz besonders die 1826 in Angriff genommene (circa 30 engl. Meilen lange) Liverpool-Manchester-Eisenbahn Veranlassung gab, an deren Zustandekommen bekanntlich Stephenson's stählerne Zähigkeit und Energie einen so entschiedenen Antheil hatte [1]).

Dampfstrahlen Feuer anzublasen und Luft für Gebläse anzusaugen (Specification Nr. 2990 vom 22. November 1806). Mit rechtem Bewusstsein und praktischer Sicherheit brachte erst 1815 George Stephenson das Dampfstrahl-Blasrohr bei seinen ersten Killingworth-Locomotiven in Anwendung und liess solches nachher bei keiner seiner übrigen Locomotiven fehlen. Später haben die Engländer Hedley, Gurney, der Franzose Pelletan und namentlich der vorher genannte Hackworth die Priorität Stephenson's für sich in Anspruch genommen. Von Hackworth wird überdies behauptet, er habe auch zuerst auf die Nothwendigkeit hingewiesen, dass das obere Ende des Blasrohres mit einem conisch convergenten Ansatze ausgestattet sein müsse, wenn die Wirkung die rechte sein solle (man sehe hierüber Colburn's „Locomotive Engineering" p. 21, wobei sich auch Abbildungen befinden). Abgesehen aber davon, dass derartige Ausflussansätze als Mundstücke der Feuerspritzen längst bekannt waren, indem man wusste, dass sie die Vortheile grosser Ausflussgeschwindigkeit mit bedeutender Ausflussmenge mit einander vereinigen, nimmt diese Verbesserung George Stephenson keineswegs das Verdienst der ersten erfolgreichen Anwendung des Blasrohrs bei Locomotiven. Der Verfasser glaubt schliesslich seine eigene Ansicht über die ganze Frage durch nichts Besseres begründen zu können, als wenn er die Worte George Stephenson's (in dessen Narrative, vom Monat Januar u. s. w.) über Hackworth's Ansprüche anführt (Smiles' „Lives etc.", Vol. III, p. 504), welche also lauten: „Let us suppose that Hackworth really did first contract the blast-pipe, does that all affect the claim of George Stephenson to have been the first discoverer of the fact that throwing the eduction steam in the form of a vertical jet into the chimney, greatly increased the power of the locomotive engine? As well might it be contended that James Watt had no merit for his invention of the steam-engine, because its effectual performance has been so greatly improved since his death." Hiermit stimmen auch die Urtheile William Fairbairn's überein, welche dieser erfahrene Mann in seiner „Useful Information for Engineers", Second Series (p. 241), ausspricht.

1) Das Gesuch an das englische Parlament zum Bau dieser Bahn, welche die bedeutendsten Handels- und Industrieplätze Englands mit einander verbinden sollte, wurde (1825) das erste Mal abgeschlagen, gelangte aber bereits im folgenden Jahre wieder vor das Parlament und ging nun die betreffende Bill im März

Mit Anfang des Jahres 1829 naheten die Arbeiten zur Herstellung der Bahn ihrem Ende (das Chat-Moss war fest und sicher, der Tunnel unter einem Theile der Stadt Liverpool ausgemauert u. s. w.) und noch war man unentschieden, ob man den Transport mittelst Pferden, feststehender Dampfmaschinen oder durch Locomotiven beschaffen sollte. Für letzteres Triebmittel sprach George Stephenson fast allein [1]), während Andere Wasserkräften, Atmosphärendruck, und die ausgezeichneten (zur Entscheidung zugezogenen) damaligen englischen Fachingenieure Rastrich und Walker den feststehenden Dampfmachinen den Vorzug gaben [2]).

Nach neuen Kämpfen und nach Construction einer Versuchslocomotive, die beim Fortbau der Bahn und beim Materialtransporte grosse Dienste leistete, siegten endlich Stephenson's Vorstellungen, mindestens in soweit, dass die Entscheidung der Frage von dem Erringen eines Preises von 500 Pfd. St. für die beste Maschine abhängig gemacht werden sollte, welche, bei einem Gewicht von nicht über 6 Tons, einen Zug von mindestens 20 Tons mit 10 Meilen Geschwindigkeit pro Stunde fortzuschaffen im Stande wäre [3]).

1826 sowohl im Oberhause wie im Unterhause zu Gunsten der Sache mit den erforderlichen Majoritäten durch. George Stephenson's Bemühungen und Kämpfe, um an dies Ziel zu gelangen, sind vortrefflich von Smiles geschildert a. a. O. Chapter 11. Auszugsweise in dem Bändchen von Carl Lorck's Eisenbahnbüchern, welches das „Leben George Stephenson's" behandelt, Leipzig 1858.

1) Ausnahme davon machten indirect die beiden Ingenieure Vignoles und Ericson, jedoch trauten diese der Locomotive nicht die erforderliche Adhäsionskraft zu und schlugen deshalb vor, zwischen den gewöhnlichen Bahnschienen eine dritte Schiene (a central friction rail) festzulegen, gegen welche in horizontaler Richtung zwei Rollen gepresst werden sollten, die man mit der Locomotive in entsprechende Verbindung gesetzt hatte (Smiles a. a. O. p. 256). — In Frankreich soll Séguin schon früher für die Lyon-St.-Etienne-Eisenbahn denselben Vorschlag gemacht haben (Perdonnet, Traité élémentaire, Tome 3, p. 609).

2) Nach ihrer Berechnung sollte (Smiles, p. 258) die ganze Bahnlänge in 19 Stationen, jede von ungefähr $1\frac{1}{2}$ engl. Meilen Länge getheilt und die Züge durch 21 feststehende Dampfmaschinen mittelst Seile fortbewegt werden.

3) Noch andere Bedingungen waren folgende: Die Maschine musste ihren eigenen Rauch verbrennen, der Kessel musste zwei Sicherheitsventile haben, der Dampfdruck durfte 50 Pfd. pro Quadratzoll nicht übersteigen, Maschine und Kessel sollten auf Federn ruhen, das Gestell sechs Räder erhalten und der ganze Bau die Höhe von 15 Fuss nicht überschreiten. Die Anschaffungskosten der Maschine durften nicht über 550 Pfd. St. betragen.

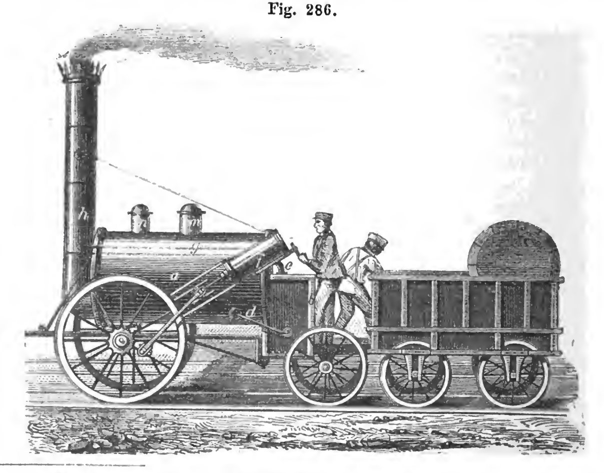
Am Tage der Concurrenzfahrten, den 6. October 1829, waren an der Versuchsstelle (Station Rainhill, 9 Meilen von Liverpool) vier verschiedene Locomotiven auf dem Platze, nämlich die „Novelty“ (die Neuigkeit) von Braithwaite und Ericson, die „Sanspareil“ (die Unvergleichliche) von Hackworth, die Perseverance“ (die Beharrlichkeit) von Burstall und die „Rocket“ (die Rackete) von Stephenson. Die „Novelty“ hatte keinen besonderen Munitionswagen für Kohlen und Wasser, d. i. keinen von ihr getrennten Tender hinter sich, war also eine sogenannte Tendermaschine und besass ferner die Eigenthümlichkeiten, dass die zum Verbrennen erforderliche atmosphärische Luft mittelst eines Gebläses durch den Rost getrieben wurde, und der Kessel mit einem derartig gewundenen Feuerrohre ausgestattet war, dass die durchströmenden Verbrennungsproducte zum dreimaligen Hin- und Hergange gezwungen wurden, bevor sie in den Schornstein treten konnten. Die Dampfcylinder standen vertical über den Vorderrädern [1]).

Hackworth's „Sanspareil“ hatte das bereits erwähnte Blasrohr als Eigenthümlichkeit und einen Kessel aufzuweisen, der eine einzige hufeisenartig zusammengebogene Röhre bildete, so dass die Verbrennungsproducte vom Roste aus nach hinten und dann wieder vorwärts gingen, Schornstein und Feuerheerd also beide am Vorderende der Maschine lagen. Die beiden ebenfalls vertical gestellten Dampfcylinder waren über den Hinterrädern angebracht.

Burstall's Maschine entsprach sowohl mehreren Bedingungen des Programms nicht, als sie auch beim Transporte zur Versuchsstelle derartig schadhaft geworden war, dass sie gar nicht zur Concurrenz zugelassen und vom Verfertiger zurückgenommen wurde.

Stephenson's „Rocket“ hatte die aus Fig. 286 erkennbare Anordnung,

Fig. 286.

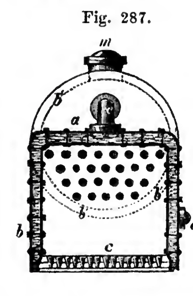


1) Ausführlich und mit Abbildungen begleitet handelt über die Rainhiller

war mit zwei Blasrohren (statt eines einzigen bei Hackworth's Maschine), ganz besonders aber mit einem Röhrenkessel versehen, welcher in Fig. 287 (in grösserem Maassstabe) besonders gezeichnet ist und in seinem Längendurchschnitte (der Hauptsache nach) dem Locomobilenkessel glich, welcher Bd. 2, S. 607 u. 608 abgebildet und beschrieben wurde [1]).

Bei den Concurrenzfahrten platzten der Maschine „Novelty" erst Speisewasserrohr, dann Kesselsiederöhren, und wurde auch Hackworth's „Perseverance" derartig schadhaft, dass beide die vorgeschriebenen Fahrten nicht vollenden konnten [2]), sondern vor der Entscheidung von der Bahn entfernt werden mussten. Stephenson's „Rocket" allein war im Stande, nicht nur dem Concurrenzprogramm entsprechen zu können, sondern die Forderungen desselben noch bei Weitem zu übertreffen, indem diese Locomotive bei $4^1/_4$ Tons Selbstgewicht [3]) einen Zug von $12^3/_4$ Tons mit einer mittleren Geschwindigkeit von 13,8 engl. Meilen pro Stunde ohne irgend welchen Unfall transportirte.

Fig. 287.



Die grösste Geschwindigkeit, welche die Maschine ohne Ladung anzunehmen vermochte, betrug aber $29^1/_2$ engl. Meilen pro Stunde [4]).

Concurrenzfahrten Wood in seinem Practical Treatise on Rail-Roads, Third Edit. p. 307 u. s. w. (in der Köhler'schen deutschen Bearbeitung S. 213). Auszugsweise und ebenfalls mit Abbildungen begleitet, findet sich derselbe Gegenstand auch in dem bereits oben (S. 310) citirten Werke von Clark und Colburn.

1) In unsern Abbildungen ist der cylindrische Dampfkessel mit *a*, die zugehörige Feuerkiste mit *b*, der Feuerrost mit *c* bezeichnet. *d* ist das Speisewasserrohr, *e* ein Communicationsrohr zwischen dem Dampfe, welcher sich in der Feuerkiste bildete und dem, welcher sich im Kessel *a* über den noch mit Wasser bedeckten Heizröhren ansammelte. *f* ist einer der beiden Dampfcylinder, *g* das zum Blasrohre im Schornstein *h* führende Rohr für den austretenden Dampf u. s. w.

2) Von den Preisrichtern war noch festgesetzt worden, dass bei jeder Concurrenzfahrt die Rainhiller horizontale Bahnstrecke von $1^3/_4$ engl. Meilen Länge 20 Mal hin und her, also überhaupt ein Weg von 70 engl. Meilen durchlaufen werden müsste.

3) Hinsichtlich des Selbstgewichtes und der Räderzahl war im Programm noch festgesetzt, dass Maschinen von $4^1/_2$ Tonnen und weniger Gewicht nur auf vier Rädern zu laufen brauchten.

4) Wie aus der Abbildung Fig. 286 erhellt, lief die „Rocket" auf vier Rädern, wovon die Triebräder 4 Fuss $8^1/_2$ Zoll und die Laufräder 2 Fuss 6 Zoll Durchmesser hatten. Zwischen Kessel und Triebräder waren Tragfedern eingeschaltet. Der cylindrische Kessel hatte 6 Fuss Länge, 3 Fuss 4 Zoll Durchmesser und enthielt 25 Feuerröhren, jede von 3 Zoll äusserem Durchmesser. Die Weite des Schornsteines betrug 12 Zoll. Die Feuerbox hatte 20 und die Röhren $117^3/_4$ Quadratfuss Heizfläche, so dass die Totalheizfläche $137^3/_4$ Quadrat-

Die Leistung der „Rocket" war daher im Mittel:

$$13{,}8 \times 17 = 234{,}6 \text{ Meilen-Tonnen}$$ [1]),

ein Resultat, welches an sich, besonders aber im Vergeich mit den späteren Leistungen der Locomotiven von Interesse ist.

Der Concurrenzpreis von 500 Pfd. St. wurde von den Eisenbahn-Directoren zwischen George Stephenson und Henry Booth, dem Secretair der Liverpool-Manchester-Bahn, getheilt, da (abgesehen vom Blasrohr, was die „Rocket" mit Hackworth's Locomotive gemeinsam hatte) der Erfolg vorzugsweise dem Röhrenkessel der „Rocket" zugeschrieben wurde und dieser nach Booth's Idee von Stephenson ausgeführt worden war[2]), obwohl bei

---

fuss betrug. Der Rost war 3 Fuss breit und 2 Fuss lang. Jeder der beiden Dampfcylinder hatte 8 Zoll Durchmesser und der Kolben $16\frac{1}{2}$ Zoll Hub. Die geleistete Arbeit der „Rocket" soll nicht mehr als 12 (?) Indicator-Pferdekräfte betragen haben. Bei den Concurrenzfahrten (also auf 70 Meilen Weg) hatte die „Rocket" 1085 Pfd. Cokes (oder pro Meile und pro Tonne Zuglast 0,91 Pfd.) verbraucht, während die damit verdampfte Wassermenge 579 Gallonen oder 92,64 Cubikfuss (1 Gallon zu 277,274 Cubikzoll engl. gerechnet) oder $92{,}64 \times 62{,}50 = 5790$ Pfd. betrug. Mit der Gewichtseinheit Cokes hatte man daher das $5\frac{1}{3}$fache Gewicht Wasser verdampft, was, nach Bd. 1, S. 563 (Note), eben kein günstiges Resultat war.

1) Die Leistung der „Rocket" von 234,6 Meilen-Tonnen ist offenbar weit unter dem, was man hatte erwarten können. In der That erhellt auch aus späteren Angaben (Clark, a. a. O. S. 7), dass nach einer (wahrscheinlich Rost und Blasrohr betreffenden) Abänderung diese Maschine 47,45 Tons (einschliesslich Maschine und Tender) mit 13,3 Meilen Geschwindigkeit pro Stunde gezogen hat. Nimmt man nun mit Clark den Zugwiderstand pro Tonne $= \left(8 + \frac{V^2}{171}\right)$ in Pfunden an, wenn V die Fahrgeschwindigkeit pro Stunde in engl. Meilen bezeichnet, so giebt dies für den citirten Fall pro Tonne eine Zugkraft von 9,03 Pfd. und für den ganzen Zug: $47{,}45 \,.\, 9{,}03 = 428{,}5$ Pfd. Da ferner die Zuggeschwindigkeit pro Secunde, in Fussen ausgedrückt $\frac{5280 \,.\, 13{,}3}{3600} = 20{,}24$ betrug, so hatte die Maschine (auf ebener, gerader Strecke) eine Arbeit von $\frac{428{,}5 \,.\, 20{,}24}{550} = 15{,}76$ Pferdekräften entwickelt.

2) Ueber die Priorität der Röhrenkesselerfindung ist viel gestritten worden. Die ältesten Ansprüche sind die eines Nordamerikaners Nathan Read, der bereits 1791 ein nordamerikanisches Patent auf einen Röhrendampfkessel erhielt, welcher aus einem Systeme enger, vertical stehender Feuer- und Wasserröhren gebildet war und welcher nach den weiter unten notirten Zeichnungsquellen an die Dispositionen derartiger Kessel erinnert, die Bd. I, Seite 530 (Zweite Auflage) dieses Werkes abgebildet und besprochen wurden. Der Neffe dieses Mannes David Read erörtert die Ansprüche seines Onkels in einem Buche, welches 1870 in New-York erschien und folgendermassen betitelt ist: „Nathan Read, his invention of the multi-tubular boiler and portable high-pressure engine, and discovery of the true mode of applying steam-power to navigation and railways."

der Ausführung desselben in der von Robert Stephenson geleiteten Newcastler Machinenfabrik noch enorme praktische Schwierigkeiten überwunden werden mussten [1]). Das Resultat der Rainhiller Concurrenzfahrten, oder, wie die Engländer zu sagen pflegen: „the battle of the Locomotive," war für George Stephenson und für den Eisenbahnbetrieb in vielfachen Beziehungen von ausserordentlicher Wichtigkeit. Nicht nur war der Beweis geliefert, dass die Locomotive für so grosse Geschwindigkeiten brauchbar gemacht werden konnte, wie sie der Personenverkehr fordern musste, und sie überhaupt die beste Triebkraft für den Eisenbahntransport lieferte, sondern es war auch über die Hauptpunkte des Constructionsprincipes vollständige Entscheidung gewonnen.

Benutzte man daher auch nach den Concurrenzfahrten die beiden reparirten und verbesserten Maschinen Hackworth's und Braithwaithe's auf derselben Bahn, so machte man jedoch nur bei Stephenson neue Bestellungen, so dass am feierlichen Eröffnungstage der Liverpool-Manchester-Eisenbahn (den 15. September 1830) überhaupt nur acht Stephenson'sche Locomotiven zur Fahrt bereit gehalten wurden.

Die nach der „Rocket" erbauten Maschinen waren zwar, bis auf die wenig schräg liegenden Dampfcylinder und eine besonders hinzugefügte Rauchkiste, nach demselben Principe construirt, hatten jedoch grössere Dimensionen,

---

Aus letzterer Quelle hat der Verfasser den Stoff zu einem betreffenden Aufsatze (unter Beifügung von Abbildungen des Kessels) entlehnt, welcher in den Mittheilungen des Gewerbevereins für Hannover, Jahrg. 1876, S. 300 etc. abgedruckt wurde. Von einer praktischen Ausführung eines Read'schen Röhrenkessels ist jedoch nirgends die Rede.

Thatsache ist es ferner, dass nachher 1804 der nordamerikanische Ingenieur J. Stevens ebenfalls ein amerikanisches Patent auf einen Dampfkessel mit Wasserröhren erhielt, der auch bei einem kleinen Dampfboote in Anwendung gebracht wurde. Man sehe über letzteren Kessel auch Bd. IV dieses Werkes, S. 285 (Fig. 158), sowie das hannov. Wochenblatt für Handel und Gewerbe, Jahrg. 1875, S. 93. Das erste englische Patent auf einen Dampfkessel mit Feuerröhren wurde dem englischen Ingenieur Neville ertheilt, worüber Auskunft giebt die „Patent Specification Nr. 5344 vom 14. März 1826." Im Februar 1828 erhielt Marc Séguin (aîné), der Erbauer der Eisenbahn zwischen St. Etienne und Lyon, ein französisches Brevet auf einen ähnlichen, verbesserten Kessel mit horizontalliegenden Röhren, der sich u. A. in Heusinger-Claus' Werke die Locomotiv-Maschine auf Tafel *A* und ferner bei Colburn p. 23 abgebildet findet. Von der Ausführung eines solchen Kessels und zwar mit vollständigem Erfolge, ist vor Stephenson's „Rocket" ebenfalls nirgends eine Spur zu finden. Daher auch unparteiische französische Schriftsteller, u. A. Perdonnet (Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 3, p. 65), hinsichtlich der Prioritätsfrage sowohl Booth als Stephenson alle Gerechtigkeit widerfahren lassen, und Perdonnet (a. a. O.) sein Raisonnement mit dem Bemerken schliesst: „Il est fort possible que deux hommes de génie aient eu la même pensée à la même heure."

1) Man sehe deshalb Smiles „Lives etc.", Vol. III, p. 264.

z. B. Cylinderdurchmesser von 10 bis 11 Zoll, 16 Zoll Kolbenhub, im dreifüssigen Cylinderkessel 90 bis 92 Röhren von 2 Zoll Durchmesser und 6 bis 6½ Fuss Länge, vier Räder von je 5 Fuss Durchmesser u. s. w.[1]).

Während Stephenson's Erfolgen auf der Liverpool-Manchester-Bahn war auch Hackworth bemüht gewesen, für die Stockton-Darlington-Linie (im März 1830) eine verbesserte, insbesondere zum Personentransport geeignete Locomotive zu construiren.

Die erste derartige und gelungene Maschine war der „Globe," welche als hervorragende Eigenthümlichkeiten horizontale, zwischen den Gestellrahmen liegende Dampfcylinder (inside cylinder) besass und mit einer Triebachse versehen war, deren Kröpfe oder Buge (Krummzapfen) man unter 90 Grad gegen einander verdreht hatte.

In demselben Jahre (1830) brachte auch Bury in Liverpool seine erste (nach Kennedy's Entwurfe ausgeführte) Locomotive auf die Liverpool-Manchester-Bahn, die ebenfalls mit horizontalliegenden Dampfcylindern unter dem Rauchkasten ausgestattet war und auf vier ungekuppelten Rädern lief, als besondere Eigenthümlichkeiten aber einen cylindrischen Feuerkasten, inwendigen und schmiedeeisernen Rahmen (inside frame) und ein Paar Triebräder von 6 Fuss Durchmesser hatte.

So beachtenswerth diese letzteren Organe auch genannt werden mussten, Bury's Maschine entbehrte der zwei Hauptlebenselemente der Stephenson-schen Locomotive, des Röhrenkessels und des Blasrohres[2]).

Mit diesen wichtigen Theilen und ebenfalls mit inwendig- und horizontalliegenden Dampfcylindern ausgestattet, überdies aber noch mit aussenliegenden Rahmen (outside frame) versehen und mit jener sich bis ins kleinste Detail erstreckenden Construction und Ausführung (sound workmanship) der Stephenson'schen Maschinenfabrik (damals schon vom Sohne Robert Stephenson geleitet) gelangte ebenfalls 1830 die Locomotive „Planet" auf die Liverpool-Manchester-Bahn, welche nachher lange Zeit hindurch als Prototyp der englischen Locomotiven betrachtet wurde.

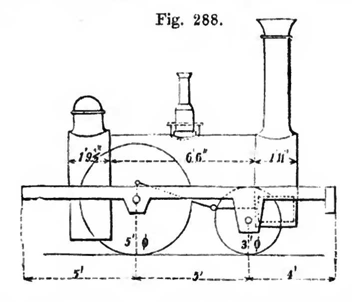
---

1) Ein ausführlicheres Verzeichniss der Dimensionen dieser ersten Stephenson'schen und einiger anderer Locomotiven findet sich in einer Note S. 332 ff.

2) Zum Ersatze des Blasrohres hatte man ein Gebläse angeordnet. Ueber die Frage, ob die Bury'sche Maschine „Liverpool" oder der Stephenson'sche „Planet" als die ersten Locomotiven der Liverpool-Manchester-Bahn, welche horizontalliegende Inside-Cylinder hatten, zu bezeichnen sei, erhob sich noch am 11. November 1856 in der Sitzung der Instit. of Civil-Engineers in London, welcher Robert Stephenson präsidirte) zwischen Kennedy, Wood und Clark eine merkwürdige Debatte, die richtig dahin entschieden wurde, dass der Unterschied beider genannter Maschinen, ungeachtet der übereinstimmenden Cylinder und Radstellungen, gross genug sei, um allein ihre Erfolge beachten und von für die Zukunft der Locomotiven ganz unwesentlichen Dingen absehen zu können. Weiteres hierüber in Bd. 16, p. 22 der Minutes of Proceedings genannter Gesellschaft. Abbildungen der nachher abgeänderten Bury'schen Maschinen finden sich am besten in Flachat und Petiet's „Guide du Mécanicien-Conducteur," Auflage von 1840.

Eine Skizze dieser Maschine mit den wesentlichsten eingeschriebenen Maassen stellt Fig. 288 dar, während in Bezug ausführlicher Zeichnungen auf das unten angegebene Werk von Le Blanc und Pouillet[1]) verwiesen werden muss.

Fig. 288.



Wie anspruchslos Stephenson ungeachtet der Erfolge aller seiner Arbeiten und Unternehmungen stets war und blieb, erhellt recht deutlich daraus, dass er auf die Frage, wer der eigentliche Erfinder der modernen Eisenbahnlocomotive sei, die Antwort zu ertheilen pflegte: „The Locomotive is not the invention of one man, but of a nation of mechanical engineers“[2]).

§. 21.

Robert Stephenson's „Planet“ galt für einige Zeit, hinsichtlich Disposition und Details, als Musterbild des Locomotivbaues und wurde so lange mit fast zu grosser Aengstlichkeit copirt, bis die vorher nicht geahnte Grossartigkeit des Personen- und Güterverkehrs auf der Liverpool-Manchester-Bahn steigende Ansprüche an die Leistungsfähigkeit der Maschine hervorrief, denen man zunächst durch Verlängerung der Kessel auf 7 bis 8 Fuss und durch ein bis auf 11 und mehr Tons erhöhtes Gesammtgewicht zu entsprechen suchte[3]).

Mit dieser Gewichtsvergrösserung stellte sich auch das Bedürfniss schwerer Bahnschienen heraus, so dass man nach nicht langer Zeit das ursprüngliche Gewicht von 35 Pfd. pro Yard der Liverpool-Manchester Bahnschienen auf 66 Pfd. erhöhte. Um auch der grösseren Fahrgeschwindigkeit und der nothwendigen Stabilität sowie ruhigen Bewegung der Locomotive Genüge zu leisten, brachte man hinter der Feuerbox ein drittes

---

1) Pouillet et Le Blanc, Portefeuille industriel etc., Vol. 1, Paris 1834, p. 53 etc., Pl. 9 bis 12.

2) Smiles, Lives of the Engineers. Vol. III, p. 8.

3) Einige wesentliche Dimensions- und Leistungsverhältnisse der ersten Robert Stephenson'schen Eisenbahnlocomotiven in der Zeit von 1829 bis 1832 sind folgende:

Räderpaar an, dehnte die Radbasis auf 10 bis 11 Fuss aus und verminderte dadurch zugleich die Grösse der Gefahr im Fall

---

	1829. Maschine „Rocket".		1830. Maschine „Planet".	
	Englische Maasse und Gewichte.	Französische Maasse und Gewichte.	Engl.	Franz.
Cylinderdurchmesser	Zoll 8	Meter 0,203	Zoll 11	Meter 0,279
Kolbenschub	$16\frac{1}{2}$	0,418	16	0,406
Triebraddurchmesser	Fuss Zoll 4 $8\frac{1}{2}$	1,436	Fuss 5	1,524
Laufraddurchmesser.	2 6	0,762	Fuss Zoll 3 6	1,067
Rostfläche	Quadratfuss 6	Quadratmeter 0,557	Quadrasfuss 6,5	Quadratmeter 1,603
Feuerboxfläche. . . .	20	1,858	35,16	3,266
Kessellänge	Fuss 6	Meter 1,829	Fuss Zoll 6 6	Meter 1,98
Röhrenzahl u. Durchmesser.	25 von 3"	25	94	94
Röhrenheizfläche. . .	Quadratfuss $117\frac{3}{4}$	Quadratmeter 10,939	Quadratfuss 279,36	Quadratmeter 25,95
Totalheizfläche . . .	$137\frac{3}{4}$	12,797	314,52	29,22
Gewicht des Zuges ohne M. u. T. . . .	Tons 9,550	Tonneaux 9,703	Tons 76	Tonneaux 77,216
Locomotivgewicht . .	4,250	4,318	9	9,144
Tendergewicht	3,20	3,251	4	4,064
Totalzuggewicht . . .	17	17,272	89	90,424
Zuggeschwindigkeit .	(Concurrenzfahrt). 13,8 engl. M. pro Stunde.	22,21 Kilom. pro Stunde od. 6m,16 pro Secunde.	15,5 engl. M. pro Stunde.	24,94 Kilom. pro Stunde od. 6m,93 pro Secunde.
Wasserverbrauch pro Stunde	Cubikfuss 18,24	Cubikmeter 0,5162	?	?
Cokesverbrauch pro Stunde	Pfund. 214	Kil. 97	?	?
Quotient aus Wasser durch Cokesgewicht	5,32	$\frac{5162}{970} = 5,32$	?	?
Leistung	234,6 Meilen-Tonnen.	383,44 Kilom.-Tonneaux.	1379,5 Meilen-Tonnen.	2251,2 Kilom.-Tonneaux.
Cokesverbrauch . . .	0,910 Pfd. pro Tonne u. Mle.	0,250 Kil. pro Tonneau und Kilometer.	?	?
Räderzahl	4	4	4	4
Dampfdruck im Kessel	50 Pfd. pro Quadratzoll.	3,33 Kil. pro Q.-Centim.	50 Pfd. pro Quadrat-Zoll.	3,33 Kil. pro Q.-Centim.

eines Bruches der gekröpften Triebachse, was sich, beiläufig

	1831. Maschine „Vesta".		1832. Maschine „Atlas". (Sechsrädrig.)	
	Engl.	Franz.	Engl.	Franz.
Cylinderdurchmesser	Zoll 11 1/8	Meter 0,282	Zoll 12	Meter 0,304
Kolbenschub	16	0,406	16	0,406
Triebraddurchmesser	Fuss 5	1,524	Fuss 5 (Zwei Paar gekuppelt.)	1,524
Laufraddurchmesser	Fuss 3 Zoll 6	1,067	Fuss 3 Zoll 6	1,067
Rostfläche	Quadratfuss 7,06	Quadratmeter 0,656	Quadratfuss 9,20	Quadratmeter 0,855
Feuerboxfläche	46,00	4,27	57,06	5,30
Kessellänge	Fuss 7,0	Meter 2,13	Fuss 7,88	Meter 2,40
Röhrenzahl u. Durchmesser	80	80	68	68
Röhrenheizfläche	Quadratfuss 256,08	Quadratmeter 23,79	Quadratfuss 217,88	Quadratmeter 20,24
Totalheizfläche	302,08	28,06	274,94	25,54
Gewicht des Zuges ohne M. u. T.	Tons [1] 92,95	Tonneaux 94,23	Tons 190,0	Tonneaux 193,04
Locomotivgewicht	8,71	8,85	11,40	11,58
Tendergewicht	5,50	5,59	5,50	5,59
Totalzuggewicht	106,96	108,07	206,90	210,21
Zuggeschwindigkeit	17,35 engl. M. pro Stunde.	27,92 Kilom. pro Stunde od. 7m,75 pro Secunde.	9,72 engl. M. pro Stunde.	15,64 Kilom. pro Stunde od. 4m,34 pro Secunde.
Wasserverbrauch pro Stunde	Cubikfuss 65,0	Cubikmeter 1,84	Cubikfuss 43,56	Cubikmeter 1,233
Cokesverbrauch pro Stunde	Pfund 555	Kil. 251,75	Pfund 526	Kil. 238,59
Quotient aus Wasser d. Cokes-Gewicht	7,30	7,30	5,17	5,17
Leistung	1855,7 Meilen-Tonnen.	3033,1 Kilom.-Tonneaux.	2011,1 Meilen-Tonnen.	3287,7 Kilom.-Tonneaux.
Cokesverbrauch	0,296 Pfd. pro Tonne u. Mle.	0,083 Kil. pro Kilom. u. Ton.	0,256 Pfd. pro Tonne u. Mle.	0,072 Kil. pro Kilom. u. Ton.
Räderzahl	4	4	6	6
Dampfdruck im Kessel	53 Pfd. pro Quadrat-Zoll.	3,70 Kil.	53 Pfd. pro Quadrat-Zoll.	3,70 Kil. pro Q.-Centim.

1) Später zog die „Rocket" 47,45 Tons mit 13,30 Meilen Geschwindigkeit pro Stunde.

Diese Zusammenstellung ist nach Pambour, Whishaw, Clark und

gesagt, auf der Liverpool-Manchester-Bahn mehre Mal ereignet hatte [1]).

Auf derartige sechsrädrige Locomotiven liess sich Robert Stephenson 1833 ein englisches Erfindungspatent ertheilen [2]), worin namentlich auf das Weglassen der Radflantschen an den Mittel- oder Triebrädern eine besondere Bedeutsamkeit gelegt wurde, weil er damit dem Einfluss der vergrösserten Radbasis, auf den besonderen Widerstand beim Befahren von Bahncurven, vortheilhaft zu begegnen hoffte.

Dispositionsskizzen einer dieser Locomotiven stellen die Figuren 289 bis 291 (beziehungsweise im Längendurchschnitte, im Grundrisse und in zwei Endansichten) dar [3]), wobei einige Hauptmaasse eingeschrieben sind, indess dennoch erwähnt werden mag, dass jeder der einliegenden Dampfcylinder *ff* 12 Zoll Durchmesser und jeder Kolben 18 Zoll Hub hatte. Der 8 Fuss lange Kessel schloss ferner 124 Messingröhren [4]) *ll* von $1^5/_8$ äusserem Durchmesser ein, die innere Feuerkiste *e* war aus Kupferplatten gebildet, der ganze Oberbau ruhte auf sechs Federn, welche in ähnlicher Weise, wie bereits früher bei den Eisenbahnwagen erörtert wurde, zwischen den hölzernen Aussenrahmen *cc* und den Radachsen eingeschaltet waren. Wie besonders aus der Grundriss-

---

Colburn gemacht und bei der Reduction der englischen Maasse und Gewichte auf metrische Maasse wurde angenommen: 1 Fuss engl. = 0,3048 Meter; 1 Zoll engl. = 25,4 Millimeter; ein Quadratfuss engl. = 0,0929 Quadratmeter; 1 Cubikfuss engl. = 0,0283 Cubikmeter; 1 Pfund engl. = 0,4536 Kilogramm; 1 Tonne engl. = 1,016 Tonneaux à 1000 Kilogr.; 1 engl. Meile = 1609 Meter; 1 Cubikfuss Wasser engl. = 62,5 Pfd. englisch.

1) Als Spurweite der Liverpool-Manchester-Bahn hatte man 4 Fuss $8^1/_2$ Zoll englisch (oder 1,435 Meter) angenommen (zwischen den Schienenköpfen gemessen, wie auch bereits Fig. 235 gezeichnet), d. h. die gewählt, welche vorher, seit langer Zeit, in den Grafschaften Northumberland und Durham, sowohl für gewöhnliche Strassenfuhrwerke als auch für die älteren wie jüngeren Kohleneisenbahnen zu Wylam, Killingworth, Hetton und Stockton-Darlington gebräuchlich, aber für Verkehrsbahnen offenbar zu schmal war. Da Stephenson anfänglich nur Locomotiven baute, welche mit dieser sogenannten schmalen Spurweite („narrow guage“) ausgestattet waren, so waren die meisten nachfolgenden Bahnen fast gezwungen, dieselbe Spurweite einzuführen. Bei der im Jahre 1838 eröffneten Great-Western-Eisenbahn führte man als anderes Extrem, die sogenannte Breitspur („broad guage“) von 7 Fuss engl. ein, die jedoch auf diese einzige Bahn beschränkt blieb, während (mit einigen Ausnahmen) 4 Fuss $8^1/_2$ Zoll die allgemeine engl. Spurweite wurde.

2) Specification Nr. 6484 vom 31. October 1833.

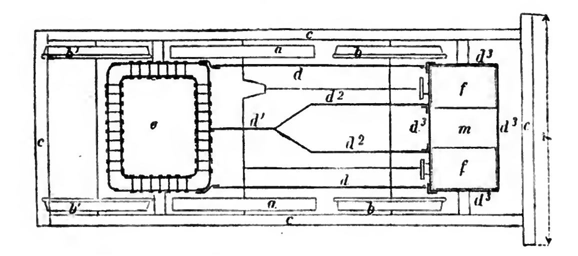
3) Die Skizzen sind hauptsächlich Tredgold's (1838 in London bei John Weale erschienenem) Werke „The Steam Engine,“ p. 407, Pl. 89 bis 92 entlehnt, woselbst sich auch alle betreffenden Details recht gut und nach Maassstab gezeichnet vorfinden.

4) Messingröhren (statt der früheren aus Kupfer) wurden zuerst 1833 vom Maschinen-Ingenieur Dixon der Liverpool-Manchester-Bahn in Anwendung gebracht (Tredgold a. a. O. p. 414)

figur 290 erhellt, lagen die Dampfcylinder in der Rauchkammer (smoke box) und wurden durch die Wände derselben getragen. Der innere, von starken und hohen eisernen Schienen gebildete, durch Solidität ausgezeichnete Rahmen-

Fig. 289.

Fig. 290.

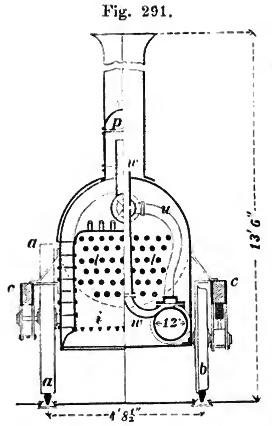


bau bestand zuerst aus zwei Rahmen *dd* und sodann aus den gabelförmigen Theilen $d^1 d^2 d^2$, die mit den Vorderenden an die Rauchkammer d^3 fassten, während die hinteren Enden mit der äusseren Feuerbüchse verbunden waren.

In Bezug auf den Mittelrahmen $d^1 d^2 d^3$ werde dabei bemerkt, dass die Zweige $d^2 d^2$ mit zur Lagerung der Führungslinie (Bahnen) benutzt wurden, welche die Gleitstücke der Kolbenstangenkreuzköpfe erforderten. An den Stellen der drei Rahmen $d d^1 d$, woselbst die Achse der ohne Flantsch (construirten) Triebräder *aa* unter ihnen weggeht, hatte man drei Lager zwischen sogenannten Achsgabeln (Achshaltern) angebracht, welche die Achse in der Art umfassten, dass die Rahmen mit dem Kolbenbau vertical auf- und

niedersteigen konnten, die Cylinder aber gegen die Kurbelachse in unabänderlicher Verbindung blieben. Wichtig ist hierbei der Umstand, dass die Triebachse zwischen den Rädern *aa* an drei Stellen unterstützt wurde, wodurch man ihren Bruchwiderstand bedeutend zu erhöhen glaubte.

Fig. 291.



Jeder der äussersten hölzernen Rahmen *cc* enthielt übrigens an den Langseiten drei Achsgabeln, weil sämmtliche Achsen ausserhalb ihrer Räder die gewöhnlichen Achszapfen (Achsschenkel) besassen, die ganze Achse überhaupt in fünf Lagern lief.

Was den Feuerkasten *e*, den Kessel *l* und den Rauchkasten *m* (Fig. 289) dieser Locomotive betrifft, so stimmen diese Theile im Allgemeinen derartig mit der bereits Bd. 2, S. 607 bis mit 610 beschriebenen Locomobile überein, dass hier von einer speciellen Besprechung derselben abgesehen werden kann und nur auf die sich später immer mehr herausstellende Thatsache hingewiesen werden mag, dass alle gegenwärtig im Gebrauche befindlichen Locomotiven von der Stephenson'schen Anordnung abstammen und daher in gewissen wesentlichen Einrichtungen mit einander übereinstimmen.

Dem Zwecke entsprechend unterscheidet sich jedoch unser Eisenbahndampfwagen von jener locomobilen Dampfmaschine, wenn der vollständig verschiedene Rahmenbau als im Vorstehenden hinlänglich erörtert angenommen wird, hauptsächlich durch die Lage der Dampfcylinder *ff* und die Zuführung des im Kessel gebildeten Dampfes. Letzterer wird nämlich gezwungen, erst in einem Dome *p* aufzusteigen, von dort in ein Rohr *a* und weiter in eine Kammer zu treten, von wo aus der Uebergang in ein langes Rohr *t* gestattet oder unterbrochen werden kann, je nach Stellung eines Schiebers *r* (Regulator genannt), der von aussen mittelst eines sogenannten Handels *s* entsprechend regiert werden kann. Von *t* aus tritt der Dampf durch zwei niederwärts gehende Röhren *u* (Fig. 289 u. 291) beziehungsweise in die Steuerkästen des linken oder rechten Dampfcylinders, veranlasst mit Hülfe der sogenannten Steuerung die hin- und hergehende Bewegung der Kolben, und damit unter bekannter Einschaltung von Kurbel und Lenkstangen, die Umdrehung beider (hier fünffüssigen) Triebräder *aa*. Endlich ist *w* das bereits oben (S. 323) ausführlich erörterte Blasrohr, in welchem der von der Maschine abströmende Dampf in den Schornstein gelangt, und in bereits hervorgehobener Weise das zur Luftherbeiführung nothwendige Saugen bewirkt.

Schliesslich ist noch hervorzuheben, dass die Stephenson'schen Patentlocomotiven vom Jahre 1833 noch mit den bereits bei der Wylam-Maschine (S. 321) beschriebenen losen Excentriks zur Steuerung (für jeden Cylinder ein besonderes Excentrik) ausgestattet waren und namentlich die nachher und noch jetzt gebräuchlichen Steuerungen mit vier festen Excentriks in Amerika schon 1833

von Norris[1]), in England jedoch erst 1837 von Hawthorn eingeführt wurden[2]).

Als Beispiel der Leistung einer solchen Stephenson'schen Locomotive führt Tredgold (a. a. O. S. 468 u. 469) an, dass sie (einschliesslich ihres eigenen Gewichtes von wahrscheinlich 11 Tons, wovon 6 Tons auf den Triebrädern ruhten, und ferner eines Tenders von $3^1/_4$ Tons im leeren und 7 Tons Gewicht im gefüllten Zustande) ein Gewicht von 220 Tons mit 14 Meilen Geschwindigkeit pro Stunde transportirt habe, was eine Arbeit von 3080 Meilen-Tonnen giebt und noch etwas weniger ist als die bereits oben S. 333 (Tabelle in der Note) verzeichnete Leistung der ebenfalls sechsrädrigen Maschine „Atlas". Die pro Stunde verdampfte Wassermenge wurde zu 77 Cubikfuss angegeben u. s. w.

Die in der Patentbeschreibung von 1833 ebenfalls hervorgehobene Dampfbremse zeigt Fig. 292, wobei man sofort erkennt, dass sie der Hauptsache nach mit der bereits S. 223 beschriebenen Backenbremse übereinstimmt, nur dass hier eine einfach wirkende Dampfmaschine *efgd* die Menschenhand vertritt und die Zugstange *cc* mit einem Hebel *abcd*, statt dort mit einer Schraube, in Verbindung steht.

Fig. 292.

Dass ferner *m* die Dampfzuführröhre ist und durch die Buchstaben *RR* die Locomotivräder angedeutet werden, *pp* die in *h* aufgehangenen Bremsbacken sind u. s. w., bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Die durch das Bremsen veranlasste nachtheilige Abnutzung am Umfange der Locomotivräder ist jedenfalls Ursache gewesen, dass derartige Dampfbremsen recht bald wieder verlassen wurden.

Im Jahre 1834 lieferten die Herren G. Forrester u. Comp. in Liverpool die erste sechsrädrige Locomotive mit horizontalliegenden Aussencylindern und mit ebenfalls aussenliegender Steuerung, deren Räder jedoch dieselbe Stellung wie bei der vorbeschriebenen Stephenson'schen Maschine hatten und

---

1) Colburn in Clark's „Recent Practice in the Locomotive Engine", London 1860, p. 47.

2) Tredgold in seinem vorher citirten Werke „The Steam Engine", Ausgabe von 1838, beschreibt S. 407 u. s. w. eine Stephenson'sche Locomotive mit vier festen Excentriks, wobei er angiebt, diese Maschine sei bereits 1836 für die London-Birmingham-Eisenbahn erbaut und in Betrieb gesetzt worden. Alle anderen Autoritäten in diesem Fache bezeichnen, wie im Texte bemerkt, Hawthorn als den, welcher zuerst (in England) vier feste Excentriks bei den Locomotiven in Anwendung brachte und zwar im Jahre 1837. Man sehe hierüber namentlich Lechatelier, im Guide du Mécanicien-Constructeur, vom Jahre 1859. Ferner Heusinger-Claus, die Locomotive u. s. w., S. 18 und neuerdings Clark, in dessen „Railway-Machinery" von 1855, S. 22 und endlich 1864 Colburn, in dem Werke „Locomotive Engineering", S. 50.

die man als Prototyp der nachher namentlich auf dem europäischen Continente fast allgemein eingeführten Aussencylinder-Maschinen betrachten kann [1]).

Bereits von 1831 an hatten Stephenson [2]) und andere englische Locomotivenbauer, wie Bury (Kennedy), Forrester, Braithwaite und Ericson, Maschinen für amerikanische Eisenbahnen geliefert, als 1832 und 1833 Baldwin [3]) in Philadelphia und Norris ebendaselbst, den Locomotivbau ihren Maschinenwerkstätten einverleibten und jene eigenthümliche Gattung von Locomotiven zur allgemeinen Geltung brachten, welche sich vermöge eines vierrädrigen Swivelling-Trucks (S. 209 und 210), auch Bogie genannt, ganz besonders zum Befahren scharfer Bahncurven eigneten und die noch heute in fast ganz Amerika ausschliesslich im Gebrauche sind [4]).

---

1) Abbildungen dieser Maschinen finden sich bei Clark a. a. O. S. 10 und bei Colburn S. 41. Ungeachtet der sofort einleuchtenden Vortheile dieses Systems, grössere Widerstandsfähigkeit einer völlig geraden (nicht zweimal gekröpften) Achse, leichtere Zugänglichkeit zu den wichtigsten Maschinentheilen u. s. w., war und blieb dasselbe in England unbeliebt, weil man die Bewegung derartiger Locomotiven für zu unruhig, die Dampfcylinder für zu sehr der Abkühlung unterworfen und das ganze System in mehrfacher Hinsicht für nachtheilig hielt.

2) Es scheint, selbst nach amerikanischen Berichten (Scientific American vom 16. Decbr. 1876, p. 386) zweifellos, dass die erste in Nordamerika zum dauernden Betriebe auf Eisenbahnen benutzte Locomotive, im Jahre 1831 aus der Stephenson'schen Newcasteler Maschinenfabrik hervorgegangen und im September 1831 nach Philadelphia gelangt ist. Man hatte dieser Maschine den Namen John Bull gegeben. Der Hauptsache nach wie der Planet angeordnet scheint sie sich von demselben besonders dadurch unterschieden zu haben, dass ihre 4 Räder gekuppelt waren und Durchmesser von $4\frac{1}{2}$ Fuss hatten, während man den horizontalliegenden Dampfcylindern 9 Zoll Durchmesser und den Kolben 20 Zoll Hub gegeben hatte. Eine Abbildung des John Bull (wie diese alte Maschine auf der Centennial-Ausstellung zu Philadelphia 1876 zu finden war) giebt der Engineer vom 22. December 1876, S. 425.

3) Baldwin's erste ebenfalls nach dem Planet als Modell gebaute Locomotive „Old Ironsides", wurde im Jahre 1832 vollendet und kam gegen Ende des Jahres auf der Philadelphia-Norristown-Eisenbahn in Betrieb. Abbildung und Beschreibung dieser Maschine findet sich im Engineering vom 18. August 1876, p. 138, unter der Ueberschrift „Early American Locomotives".

4) Es ist ganz unzweifelhaft, dass eine Locomotive mit dem vierrädrigen beweglichen Vordergestell, dem Swivelling-Truck S. 209 und 210 (oder „Bogie" nach dem Spitznamen der Northumberlander Kohlenbergleute), zuerst von dem bereits oben genannten englischen Civil-Ingenieur W. Chapman in Vorschlag gebracht wurde, wie namentlich aus der Specification seines Patentes von 1812 (Nr. 3632. Fig. 8) erhellt. Im Jahre 1828 empfahl Robert Stephenson die-

Bemerkenswerth dürfte hier noch sein, dass die erste überhaupt in Amerika (vom Ingenieur Hall, in der West-Point-Foundry) gebaute Locomotive, „Experiment" genannt, mit vierrädrigem, drehbarem Vordergestelle, bereits im August 1832 auf der Mohawk- und Hudson-Eisenbahn dem Betriebe übergeben wurde [1]).

Die rechte Ausbildung erreichten Baldwin's und Norris Locomotiven erst im Jahre 1837 und unterschieden sich dann beide Maschinen, ausser in Details [2]), ganz besonders in der Stellung der Triebräder, welche Norris vor der Feuerkiste, Baldwin hinter derselben anbrachte, so dass in Fig. 293 Norris Triebräder mit dem Buchstaben a, die von Baldwin mit z bezeichnet sind.

Beide Maschinengattungen hatten ihre Vorzüge und Nachtheile. Bei Norris Locomotive lag auf den Triebrädern ein grösseres Gewicht, weshalb unter sonst gleichen Umständen ihre Adhäsion (S. 312, Note 3) grösser war als bei der Baldwin'schen Maschine, wogegen letztere wieder einen stabileren Gang zeigte, aber auch ungünstige Steigungen nicht so gut wie Norris Locomotive überwinden konnte.

Was die einer Norris-Maschine entnommenen Skizzen, Fig. 293 u. 294, sonst noch anlangt, so dürfte Folgendes zu erwähnen sein [3]):

---

selbe Truck- oder Bogie-Construction einer nach Newcastle gekommenen amerikanischen Commission, welche Locomotiven für die Baltimore-Ohio-Eisenbahn bestellen wollte (Colburn a. a. O. S. 96). Nach Heusinger-Claus' Locomotivwerke S. 15 und nach Clark's Railway-Machinery Fig. 263 soll (?) Stephenson zuerst Bogie-Locomotiven für englische und amerikanische Bahnen geliefert haben. In keiner amerikanischen Quelle fand ich jedoch diese Angabe bestätigt, dagegen bei Colburn (a. a. O. S. 43) erwähnt, dass 1832 die ein Jahr vorher (1831) von Stephenson für die Mohawk-Hudson-Eisenbahn gesandte Locomotive (ähnlich dem „Planet") dahin abgeändert wurde, dass man die Vorderräder entfernte und durch einen „Swivelling-Truck" oder „Bogie" ersetzte.

1) Clark, Recent and Practice, p. 48 und Colburn, Locomotive-Engineering, p. 43.

2) Baldwin's erste Locomotive hatte hölzerne mit Eisenplatten bekleidete Aussenrahmen, Norris Maschinen eiserne Innenrahmen. Bei Baldwin war für jeden Cylinder nur ein Excentrik vorhanden, wogegen Norris gleich das Vier-Excentrik-System adoptirt hatte. Man sehe über diese Details Clark (a. a. O. Bd. 2, p. 50) und Colburn (a. a. O. S. 46). Eine Abbildung der ersten Baldwin'schen Locomotive mit vierrädrigem Truck, vom Jahre 1834, liefert die bereits vorher citirte Zeitschrift „Engineering" vom 18. August 1876 p. 138, Fig. 3.

3) Unsere Skizzen sind dem 1841 in Berlin (bei Reimer) vom Regierungs-

Die Construction des um einen Bolzen oder Zapfen drehbaren Vordergestelles (**Trucks**) glich im Allgemeinen den bereits S. 210 beschriebenen.

Fig. 293.

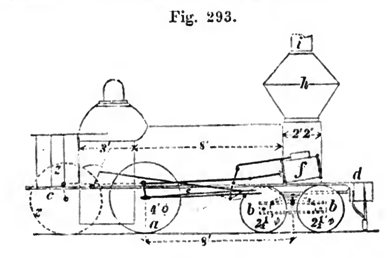
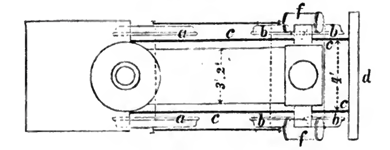


Fig. 294.



Der Achsstand, hier von der Drehzapfenmitte des Trucks bis zur Achse der Triebräder *a* gerechnet, betrug 8 Fuss, jeder der in den Cylindern *ff* befindlichen Dampfkolben hatte $10\frac{1}{2}$ Zoll engl. Durchmesser und 18 Zoll Schub u. s. w.

Für jeden Dampfcylinder waren **zwei feste** Excentriks vorhanden, wovon man das eine zum Vorwärts-, das andere zum Rückwärtsfahren benutzte.

Der 8 Fuss lange Kessel schloss 78 Kupferrohre, jedes von 2 Zoll Durchmesser ein.

Der Feuerkasten war cylindrisch und überhaupt ähnlich der **Bury**'schen Construction (S. 330) ausgeführt.

Der Schornstein *i* von 12 Zoll Durchmesser im Lichten erweiterte sich bei *h* auf 4 Fuss. An letzterer Stelle war ein kegelförmiger Trichter aus Drahtnetz ausgespannt, in dessen nach unten gerichtete stumpfe Spitze das Dampfblasrohr mündete.

Man begreift leicht, dass dies Drahtnetz einen Funkenfänger bilden sollte, dessen obere Endfläche (die Erweiterung bei *h*) deshalb so gross genommen war, damit ein nothwendiger Ersatz für die Verengung geboten wurde, welche der Drahtkörper bildete [1]).

Bau-Conducteur **Mathias** veröffentlichten Zeichnungen (4 Folioblätter, leider ohne brauchbare Details) entlehnt, welche derselbe nach einer 1839 für die Berlin-Potsdamer Bahn von **Norris** in Philadelphia gelieferten Locomotive anfertigen liess.

1) Funkenfänger (spark arrester in Amerika genannt), ohne Drahtnetze, mit schräg gestellten, ebenen oder gekrümmten Ablenkungsflächen, nahe der Schornsteinmündung, sollen nach **Clark** (Recent Practice in the Locomotive Engine, p. 59) bereits 1833 von einem gewissen **James** bei der Baltimore Ohio-Eisenbahn in Anwendung gebracht, jedoch erst von 1837 ab (für alle amerikanischen Bahnen, wo Holz als Feuerungsmaterial benutzt werden musste) allgemein eingeführt worden sein. Derartige Funkenfänger mit gekrümmten und vertical gestellten Flächen, welche den Turbinenschaufeln ähnlich sind, haben wahrscheinlich zuerst **French** und **Baird** angewandt und hiernach hat, mit Verbesserungen, der

Die Vortheile der Norris- und Baldwin-Locomotive zu vereinigen, gelang zuerst 1837 Eastwick und Harrison in Philadelphia, deren Maschinen zwei gekuppelte Triebräder besassen, welche den cylindrischen Feuerkasten zwischen sich hatten, so dass das Aeusserste derselben unserer Fig. 293 gleicht, wenn man sich beide Räder *a* und *z* zugleich vorhanden denkt[1]).

Um dabei den nachtheiligen Einfluss von Unebenheiten oder Ansteigungen der Eisenbahn auf die Adhäsion der Triebräder auszugleichen, hatten die Constructeure die Federwerke je zweier, an derselben Seite der grossen Triebräder befindlicher Achsbüchsen durch sogenannte Balanciers (Federbalanciers) verbunden, wodurch eine entsprechende Druckvertheilung bewirkt wurde[2]).

---

deutsche Ingenieur Klein einen noch heute nach ihm benannten Funkenfänger construirt, den Fig. 295 und 296 darstellen.

Fig. 295.

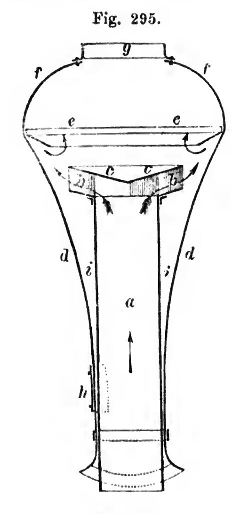
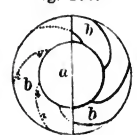


Fig. 296.



Auf der Mündung des Schornsteins *a* sitzt der turbinenradartige Schaufel- oder Zellenkörper *b*, den die mit fortgerissenen glühenden Kohlentheile passiren müssen, wobei ihnen der directe Weg vertical aufwärts durch eine feste Wand *cc* abgeschnitten ist. Beim ferneren Fortgange stossen alle mitgerissenen festen Körper gegen einen kegelförmigen Schirm *e* und weiter gegen die gewölbten Wände *ff*. Die von ihrem ursprünglichen Wege abgelenkten Körper fallen in den trichterförmigen Raum *i* herab, aus dem sie durch eine Thür *h* entfernt werden können. Man sehe übrigens in Betreff des Klein'schen Funkenfängers sowohl einen Aufsatz des Ingenieurs Hänel in der deutschen Gewerbezeitung von 1845, als auch eine Abhandlung Heusinger v. Waldegg's in dessen Organ des Eisenbahnwesens Bd. 1 (1846), S. 175.

1) Eine Abbildung (in Holzschnitt) dieser Harrison'schen Locomotive findet sich bei Colburn (a. a. O. S. 52).

2) Ausführlich berichtet wird über die Anordnung der Balanciervorrichtung zum Ausgleichen des Maschinengewichtes für schlechte Bahnen, Seitens der Herren Eastwick & Harrison im ersten Jahrgange (1843) der (Mayer-Klein'schen) Eisenbahnzeitung S. 2. Der betreffende Artikel ist auch noch aus dem Grunde interessant, als er die Leistungsfähigkeit u. s. w. aller drei Hauptgattungen der (damaligen) amerikanischen Maschinen (Baldwin, Norris und Eastwick-Harrison) nach angestellten Versuchen vergleicht.

In Europa hatten während dieser Zeit die commerciellen Erfolge der Liverpool-Manchester-Bahn, welche die kühnsten Erwartungen der Unternehmer übertrafen, den Sinn zum Eisenbahn- und Locomotivenbau in ungewöhnlicher Weise geweckt, auch hatten beide Stephensons anderen Ingenieuren derartig den Weg gebahnt, dass ihr Vorgang nicht unrichtig mit dem Nutzen für die Schifffahrt verglichen wurde, Amerika zu finden, nachdem Columbus seine erste Reise gemacht hatte [1]).

Unter den gleichzeitigen glücklichen Concurrenten Stephenson's im Fache des Locomotivbaues verdienen besonders Bury, Curtis u. Kennedy in Liverpool, Hawthorn in Newcastel, Sharp u. Roberts in Manchester und Rothwell u. Comp. in Bolton [2]) erwähnt zu werden.

Die Erstgenannten (Bury u. s. w.) bauten unter eigener Garantie nur vierrädrige Locomotiven mit innerhalb der Räder liegendem Rahmen und boten seiner Zeit Alles auf, die Vortheile ihrer Maschinen, gegenüber den mit sechs Rädern und auswendigem Rahmen, aller Welt einleuchtend zu machen [3]).

Als besondere Vorzüge der vierrädrigen Locomotiven wurden hervorgehoben die geringeren Anschaffungskosten, der kleinere Raum, den sie einnehmen, die vollkommnere Adhäsion, die günstigere und sicherere Fahrt in Curven, das Ausreichen kleinerer Drehscheiben, u. dgl. m.

Die Vertheidigung des inwendigen Rahmens stützte sich namentlich darauf, dass im Falle eines Achsenbruches der Radkranz gegen die Schienen gepresst würde, die Räder selbst aber auf den Schienen blieben und die Maschine doch immer noch (bis zur nächsten Station) fortlaufen könne. Bei auswendigem Rahmen würden dagegen, wenn ein Achsenbruch erfolgt, die Räder von den Schienen ab, unter die Maschine, gegen die Bahnmitte getrieben und damit die Maschine selbst von den Schienen geschleudert u. s. w. Diese ganze Schlussfolge war natürlich bloss richtig, wenn der Achsenbruch da erfolgte, wo ihn Bury u. s. w. annahm, d. h. inwendig an einer Seite unmittelbar an der Nabe [4]).

Hawthorn, der, wie bereits oben erwähnt, das Verdienst hatte, in England zuerst das System von vier festen Excentriks mit Erfolg eingeführt

---

1) Smiles, Life of the Engineers, Vol. III, p. 291.

2) Von Rothwell wurde die erste Locomotive („Komet") der Leipzig-Dresdner Eisenbahn für den Preis von 1383 Pfd. St. bezogen. Sie traf Ende November 1836 in Leipzig ein. Man liess das Wunderwerk, das auf Böcke gestellt und geheizt wurde, um die Bewegungen zu zeigen, gegen ein Entrée sehen. Eine nachher von Amerika bezogene Locomotive („Columbus") mit senkrecht stehendem Röhrenkessel entsprach den Erwartungen nicht und musste umgebaut werden.

3) Eisenbahnzeitung 1843, S. 16 und Institution of Civil-Engineers, Session 1840, p. 33. An erstgenannter Stelle sind Abbildungen beigegeben.

4) Perdonnet im dritten Bande seines „Traité élémentaire" (1865) kommt, diese Frage betreffend, S. 86 (unter Zuziehung von Zeichnungen) zu dem Schlusse: „Les machines locomotives à chassis extérieur sont donc tout aussi sûres, si ce n'est moins dangereuses, que celles à chassis intérieur."

zu haben [1]), war es auch, der für die Great-Western-Bahn (erst London-Bristol-Bahn genannt und am 13. Juni 1838 eröffnet) [2]) die Maschine „Hurrican" mit zwei Triebrädern (einem Paare) von zehn Fuss Durchmesser baute, die für Geschwindigkeiten von 40 engl. Meilen pro Stunde berechnet war, damals das Aeusserste, was man zu leisten beanspruchte [3]). Obwohl die grösste zulässige Fahrgeschwindigkeit dem Durchmesser der Triebräder proportional ist, so lehrte doch bald die Erfahrung, dass man mit 10 Fuss hohen Rädern zu weit gegangen, der Schwerpunkt zu hoch über den Achsen zu liegen kam und die Herbeiführung hinlänglicher Widerstandsfähigkeit der Räder sehr schwierig war.

Sharp's (richtiger Roberts) erste Locomotiven glichen (abgesehen von einer Versuchsmaschine für die Dublin-Kingston-Bahn) im Allgemeinen den oben S. 335 beschriebenen und Fig. 289 und 290 abgebildeten sechsrädrigen Stephenson'schen Maschinen mit aussenliegendem Rahmen, unterschieden sich aber von denselben durch mehrfache werthvolle Details [4]), wohin unter Anderm auch das Anbringen von Gegengewichten an den Triebrädern gehört, um die hin- und hergehenden Stangen- und Kolbenmassen für die gleichförmige Bewegung der Maschine möglichst unschädlich zu machen, oder das sogenannte Zucken (Vor- und Rückwärtsbewegen des Rahmenbaues) und Schlingern

---

1) Clark p. 22 und Colburn p. 50.

2) Der Erbauer der Great-Western-Eisenbahn, Isambard Kingdom Brunel (Sohn des Themsetunnel-Erbauers), setzte hier bekanntlich die kolossale Spurweite von 7 Fuss durch, weil er Stephenson gegenüber nicht nur die beste Bahn, sondern eine sogenannte Riesenbahn schaffen wollte, die mit verdoppelter Geschwindigkeit befahren werden sollte. Bekanntlich hat ihm Niemand dies Experiment nachgemacht. Robert Stephenson und Brunel blieben zeitlebens Gegner in der Aufstellung wie im Verfolge und in der Ausführung ihrer Projecte. Die bemerkenswerthesten derartigen Acte waren der Bau einer Eisenbahn von Newcastle nach Edinburgh (die Stephenson über Berwick durchsetzte, während Brunel von der Küste entfernter bleiben wollte) und die Herstellung sogenannter atmosphärischer Eisenbahnen, welchen Brunel die Eigenschaften: „rapidity", „safety", „comfort" und „economy" beilegte, dagegen Stephenson mit der kurzen Bemerkung „It won't do" abfertigte und womit er bekanntlich sehr recht hatte! Man sehe hierüber besonders Smiles a. a. O. Vol. III. S. 397 bis 403.

3) Wood-Köhler, Eisenbahnkunde, S. 244 u. 488. Ferner Colburn S. 48. Die Cylinder des „Hurrican" hatten 16 Zoll Durchmesser und die Kolben 20 Zoll Hub, vier Laufräder von 4½ Fuss Durchmesser u. s. w. (ausführlich in einer Tabelle bei Wood-Köhler, S. 244, Nr. 2, „Maschinen von Hawthorn" u. s. w.).

4) Eine schöne Abbildung dieser ersten Sharp'schen Maschinen findet sich u. A. in Perdonnet's Traité élémentaire u. s. w., Tome 3, p. 82.

oder Schlängeln (Drehung um eine durch den Schwerpunkt der Locomotive gehende Verticalachse) möglichst aufzuheben.

Am glücklichsten und erfolgreichsten fielen jedoch immer noch die von Robert Stephenson mit den Locomotiven vorgenommenen Veränderungen aus, so dass sie als wahrhafte, praktisch brauchbare Verbesserungen gelten konnten.

In letzterer Beziehung wichtig waren unter Anderm Stephenson's Patent-Locomotiven von 1841 [1]), wovon Fig. 297 und 298 betreffende Skizzen sind. Man erkennt aus den Abbildungen bald, dass sich diese Maschine von der vorhergegangenen sechsrädrigen durch die (veränderte) Radstellung und den Rahmenbau, ferner durch den bis auf 12 Fuss verlängerten Kessel und endlich durch mancherlei Details unterscheidet. Trotz des langen Kessels war durch den Radstand (sämmtliche Radachsen liegen zwischen Feuer- und Rauchkasten) die Entfernung der äussersten Achsen auf durchschnittlich $10^2/_3$ Fuss herabgezogen, die Maschine also noch ebenso wie beim kurzen Kessel für das Befahren von Curven geeignet. Im Gegensatze zu Fig. 289 und 290 befinden sich hier sämmtliche Achslager zwischen den inneren Radebenen, der Rahmen ist überhaupt lediglich ein innerer, der sich an den Seitenwänden des Feuer- und Rauchkastens hinzieht und womit Kessel und Cylinder verbunden sind.

Fig. 297.

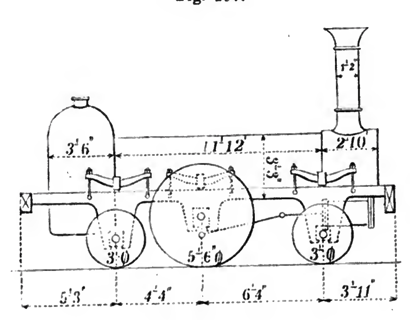


Fig. 298.

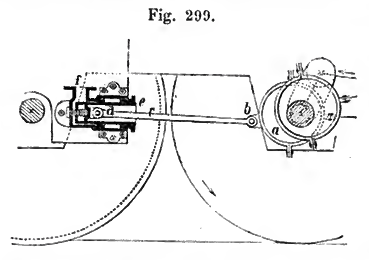
Aeussere Achszapfen sind gar nicht vorhanden; die Rahmenverbindung an beiden Enden wird durch die Bufferbalken vermittelt.

Die Dampfcylinder hatten 14 Zoll Durchmesser, die Kolben 20 Zoll Schub. Der Durchmesser des cylindrischen Theiles des Kessels betrug 37 Zoll und enthielt 150 Röhren von $1^5/_8$ Zoll äusserem Durchmesser und von 12 Fuss Länge.

1) Specification Nr. 8998 vom 22. December 1841.

Zum ersten Male sah man hier die Speisepumpe, Fig. 299, mit Pumpenkolben *e* von einem der Excentriks auf der Triebachse der Maschine bewegt.

Fig. 299.



Zur Uebertragung der Bewegung diente eine Lenkstange *c*, die einerseits am gedachten Excentrik *a* bei *b* befestigt, andererseits mit einem Stege *d* im Innern des hohlen Kolbens verbunden war. Der Durchmesser jedes Pumpenkolbens betrug $4^1/_2$ Zoll, der Schub 4 Zoll, d. h. so viel wie der Schieberweg [1]).

Die eigenthümliche Stephenson'sche sogenannte Gabelsteuerung hatte Aehnlichkeit mit der erwähnten Hawthorn'schen und mag hier deshalb unerörtert bleiben, weil sie von Sharp und Roberts noch etwas vereinfacht wurde und in dieser Anordnung Fig. 300 und 301 abgebildet ist [2]).

Zuerst werde erwähnt, dass *a* die Triebachse ist, *ab* der Krummzapfen für die eine der beiden vorhandenen (hier im Durchschnitte gezeichneten) Dampfmaschinen, *ef* das Excentrik für die Vorwärtsbewegung und e^1f^1 das für die Rückwärtsbewegung der Locomotive. Die Excentrikshalbmesser, beziehungsweise *ac* und *ad*, bilden jeder mit dem Krummzapfenhalbmesser die spitzen Winkel *bav* und *bar*, woraus nach S. 321, Note 1 folgt, dass man dem Dampfschieber ein nicht geringes Voreilen gegeben hat, sowie auch nach der Länge des Schiebers, in Bezug auf den Abstand der äussersten Dampfcanalkanten, eine bestimmte Deckung (Ueberlappung) zur Erzeugung einer entsprechenden Expansion vorhanden ist.

Uebrigens entspricht die Stellung aller Theile in Fig. 300 dem Vorwärts- und ebenso in Fig. 301 dem Rückwärtslauf der Maschine.

Die Mechanismen zur abwechselnden Erzeugung letzterer beiden Zustände waren folgende. Vor jedem Dampfcylinder (in circa 16 Zoll Entfernung) war eine sogenannte Steuerwelle *h* placirt, die sich in festen Lagern des Rahmenbaues drehen konnte und welche einerseits ihre Bewegung von einem der Excentriks empfing, andererseits auf den Dampfschieber *λ* übertrug.

1) Im Jahre 1835 soll Melling, Maschinenmeister der Liverpool-Manchester-Eisenbahn, die Kugelventile erfunden und mit grossem Erfolg (statt Kegel- und Klappen-Ventilen) bei den Locomotiven in Anwendung gebracht haben. Derartige Ventile setzen sich in jeder Lage richtig auf die Ventilsitze und bewähren sich noch in der Gegenwart als das Beste ihrer Art, sobald man ihnen geringen Hub giebt, sie wenig Gewicht haben und nicht zu gross genommen werden müssen. Pambour in der ersten englischen Ausgabe (1836) seines Werkes „Locomotive Engine" rühmt bereits S. 23 Melling's Eisenpumpen mit Kugelventilen.

2) Clark, a. a. O. p. 22, datirt die Stephenson'sche Steuerung vom Jahre 1838, die Sharp'sche von 1840. Nach Anderen (Heusinger-Claus, a. a. O. S. 19) führten auch Sharps ihre Gabelsteuerung schon im Jahre 1838 aus.

Auf der Welle *h* war zunächst ein nach unten hin gerichteter Arm *hi* befestigt, der an seinen äussersten Enden einen Zapfen (eine Warze) *i* trug. Letzterer Zapfen passte in die geeignete Vertiefung der Gabeln (oder Reh-

Fig. 300.

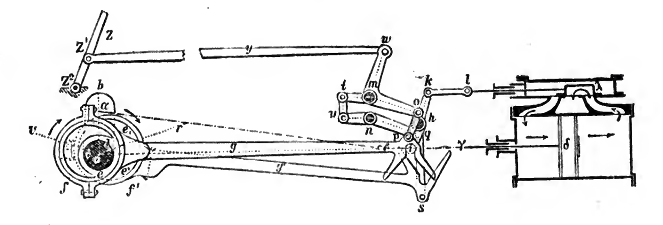
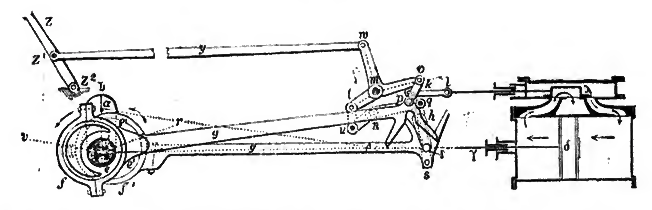


Fig. 301.



füsse), in welche die Excentrikstangen *g* und g^1 ausliefen. Ein zweiter auf derselben Welle *h* festsitzender, nach oben hin gerichteter Arm *hk* vermittelte, unter Einschaltung eines Gelenkstückes *kl*, die Verbindung mit der Stange des Dampfschiebers λ. Die hin- und hergehende Bewegung des gabelförmigen Endes der Excentrikstange *g* erzeugte offenbar eine schwingende Bewegung der Arme *hi* und *hk* um die Steuerwelle *h*, und somit die erforderliche hin- und hergehende Verschiebung des Dampfschiebers.

Bei etwas aufmerksamer Betrachtung der Stellung aller Theile in Fig. 300 erkennt man ausserdem bald, dass die Triebräder der Maschine sich so umdrehten, dass ein Vorwärtslaufen der Locomotiven stattfinden musste.

Um die Locomotive zur entgegengesetzten Bewegung, d. h. zum Rücklaufe zu veranlassen, hatte man die vorher beschriebenen Theile in die Fig. 301 gezeichnete Lage zu bringen, wozu ein sogenannter Umsteuerungsapparat vorhanden war. Hinter der Steuerwelle *h* lagen nämlich parallel und senkrecht übereinander zwei ebenfalls in unverrückbaren Lagern laufende Wellen *m* und *n*, auf welchen beziehungsweise die Arme *tm* und *mo*, sowie *nu* und *np* befestigt waren. Am Ende des Armes *mo* war unter Einschaltung eines Hängestückes *op* das gabelförmige Ende derjenigen Excentrikstange *g* aufgehangen, welche, wie schon angegeben, die Vorwärtsfahrt zu veranlassen hatte. Die andere Stange g^1 des Rückwärtsexcentriks e^1f^1 war bei s^1 mit einem Hängeeisen *qs* in Verbindung gesetzt, welches selbst am Arme *np* hing. Ein Verbindungsstück *tu* zwischen den beiden Hebeln *tmo* und *unq* und ein auf *m*

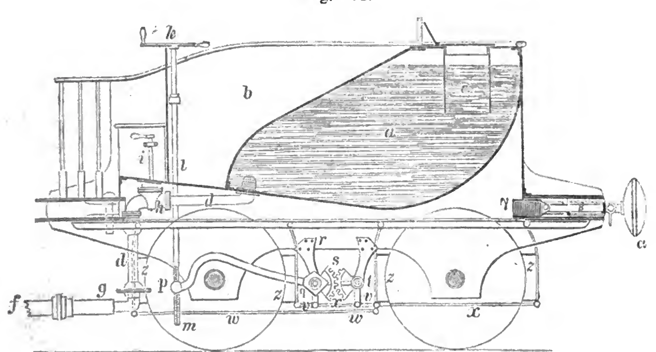
mitbefestigter Arm *mio* machte es möglich, dass mit Hülfe der Zug- und Schubtsange *y* die Stellung des um z^2 drehbaren Umsteuerungshebels oder der Händelstange zz^1z^2 so verändert werden konnte, dass alle Theile schliesslich in die Fig. 301 gezeichnete Stellung gelangen konnten, welche der Rücklauf der Locomotive erforderte.

Dass in beiden Figuren 300 und 301 die punktirt gezeichnete Linie $\alpha\beta$ die Lenkstange andeutet, welche eine Warze α des Krummzapfens *ab* mit der Stange γ des Dampfkolbens δ verband, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Um diese Zeit (1838 bis 1841) hatte man auch die Construction des zur Locomotive erforderlichen Munitionswagens für Wasser und Kohlen, des sogenannten Tenders, in entsprechender Weise vervollkommnet.

Ein derartiger beachtenswerther Tender der wackeren Sharp-Roberts-schen Fabrik (von C. Beyer construirt) stellt im Längen-Durchschnitte Fig. 302 (in $^1/_{45}$ wahrer Grösse) dar [1]), wobei *a* der Wasserbehälter, *b* der zur Aufnahme

Fig. 302.



des Heizmaterials bestimmte Raum und *c* ein Rohrstück zum Einfüllen des Wassers ist.

Ein vom Boden des Raumes *a* ausgehendes Rohr *d* setzt das Tenderwasser in Communication mit dem Saugrohre *f* der an der Locomotive befindlichen Speisepumpe. Bei *h* ist ein Absperrhahn angebracht, der vom Handgriffe *i* aus gestellt werden kann. Um sowohl bei unvermeidlichen Seitenschwankungen, als auch beim Durchlaufen von Bahnkrümmungen die an sich steifen Wasserleitungsröhren so weit als möglich nachgiebig zu machen, befindet sich bei *g* ein sogenanntes Kugelgelenk, welches Bewegungen nach allen Seiten hin zulässt, ohne eine für den Wasserdurchfluss nachtheilige Verengung zu erzeugen.

Wie bei vielen neueren Eisenbahn-Lastfuhrwerken (S. 278 u. s. w.), so hatten auch bereits Sharps an ihren damals zu den besten gehörigen

1) Le Blanc's Recueil des Machines etc., 3. Part., Pl. 35.

Tendern von zwei Seiten wirkende Backenbremsen zz angebracht, die durch einen eigenthümlichen Mechanismus angezogen (wirksam gemacht) oder gelöst werden konnten.

Ein doppelarmiger, ungleicharmiger Hebel pqs mit dem Drehpunkte q an einem Hängearme r ist am längeren Ende bei p mit einer Schraubenmutter versehen, die man um eine zur Bildfläche normale Achse drehbar gemacht hat, und zu welcher eine an der Spindel l eingeschnittene Schraube gehört. Das andere kürzere Ende dieses Bremshebels ist zu einem Zahnbogen s gestaltet, der in einen ganz gleichen Zahnbogen am Hängearme t greift. Die beiden links zur Seite der Räder liegenden Bremsbacken sind durch eine Zugstange w und ebenso die beiden rechts liegenden durch eine Zugstange x verbunden, sowie ausserdem noch kleine Winkelhebel v eingeschaltet sind, um die von der Bremsstange ausgehende Bewegung in geeigneter Weise zu übertragen.

In diese Zeit, Ende der dreissiger und Anfang der vierziger Jahre, fällt sowohl die Eröffnung der ersten bemerkenswerthen Locomotiv-Eisenbahnen des europäischen Festlandes [1]), als auch die ersten Versuche der Continental-Mechaniker, Locomotiven in ihren Werkstätten zu erbauen.

Einige verunglückte oder erfolglose Bemühungen abgerechnet [2]) und nur die Etablissements in Betracht gezogen, welche nicht nur anfingen, sondern auch

---

1) Eröffnet wurden: Brüssel-Mecheln am 7. Mai 1835; Nürnberg-Fürth am 7. December 1835; Paris-St.-Germain 1836; Berlin-Potsdam am 23. October 1838; Leipzig-Dresden am 7. April 1839; Magdeburg-Schönebeck am 29. Juni 1839; Taunusbahn 1840; München-Augsburg am 4. October 1840, Braunschweig-Harzburg 1841; Kaiser-Ferdinand-Nordbahn am 17. October 1841 u. s. w. Ausführlichere technische und zugleich statistische Angaben über diese Eisenbahnen enthält Reden, „die Eisenbahnen in Europa und Amerika“, Berlin 1843, Bd. 1, S. 319, Zerstreutes, aber sehr werthvolles Material findet sich ferner in Hülsse's polytechnischem Centralblatt 1836 – 1842.

2) Die erste in Deutschland nach selbstständigem Entwurfe erbaute Locomotive („Saxonia“) scheint 1839 aus der Actien-Maschinenbauanstalt (unter Direction des Prof. Schubert) in Dresden hervorgegangen zu sein, welche von der Leipzig-Dresdener Eisenbahn-Gesellschaft angekauft wurde. Im Jahre 1840 lieferte diese (nachher eingegangene Fabrik) eine nach Rothwell's System erbaute zweite Maschine (den „Phönix“). Auch von der sächsischen Maschinenbaucompagnie in Chemnitz wurden 1840 zwei Locomotiven erbaut, die „Teutonia“ (von Preuss) auf vier Rädern ruhend, und der „Pegasus“ (von Rabenstein) mit sechs Rädern. Die erste Maschine wurde nach einigen Versuchen an die Buckauer Dampfschifffahrts-Gesellschaft verkauft, die letztere für die Leipzig-Dresdener-Eisenbahn umgebaut. Ebenfalls 1840 wurde in Oesterreich unter Leitung des Ingenieurs Baillie in den Werkstätten der Kaiser-Ferdinand-Nordbahn die erste Locomotive nach einer Stephenson'schen Maschine gebaut. Noch Andere, welche einzelne Locomotiven lieferten, werden bei Reden a. a. O. S. 236 und 237, sowie in Heusinger's Organ, Jahrgang 1867, S. 48 genannt. Einen

fortfuhren zu bauen, datirt der deutsche Locomotivenbau vom Jahre 1840, wo in der Machinenfabrik der Wien-Gloggnitzer-Eisenbahn-Gesellschaft, unter Leitung ihres Directors Haswell, 4 Locomotiven (Wien, Hietzing, Schönbrunn und Belvedere) nach dem amerikanischen Muster (Fig. 293 S. 340) hergestellt wurden. Bis zum Jahre 1866 hatte dasselbe Etablissement (Maschinenfabrik der k. k. priv. österreichischen Staats-Eisenbahn-Gesellschaft) nicht weniger als 739 Locomotiven gebaut.

Mit der grössten Energie und dem glänzendsten Erfolge wurde der Locomotivenbau von A. Borsig in Berlin erfasst. Am 24. Juli 1841 ging die erste, und bereits am 20. September 1846, also nach 5 Jahren, die hundertste Locomotive aus dessen Machinenbauanstalt hervor. Am 25. März 1854 verliess die fünfhundertste und am 21. August 1858 die tausendste Maschine die Fabrik. Am 2. März 1867 wurde die zweitausendste Locomotive zur internationalen Ausstellung nach Paris gesandt.

Die erste Maschine [1]) hatte man nach dem amerikanischen Truck-Systeme von Norris gebaut, jedoch mit mancherlei Abweichungen (u. A. einem Paare Laufräder unter dem Platze des Führers, so dass die Maschine überhaupt auf acht Rädern lief) und einigen wesentlichen Detailverbesserungen.

Im October 1841 lieferte der Vorstand des Directoriums der München-Augsburger Eisenbahngesellschaft, Herr von Maffei (Fabrik Hirschau bei München), die erste gelungene Locomotive, am 6. November 1866 ging die sechshundertste Maschine aus diesem Etablissement hervor.

Im März 1842 wurde die erste Locomotive der Maschinenbauanstalt von Emil Kessler in Karlsruhe auf den Badischen Eisenbahnen versucht und tüchtig befunden. Nach zehn Jahren (1852) zählte diese Fabrik bereits 252 Stück von ihr gebaute Locomotiven; im Jahre 1867 aber 319 Stück.

In Belgien lieferten bis zum Jahre 1843 drei Fabriken Locomotiven, nämlich, die von John Cockerill zu Seraing [2]) bei Lüttich, die Société de St. Léonard in Lüttich und die Société du Renard in Brüssel.

In Frankreich scheint man bereits 1839 mit dem Locomotivenbau die ersten Versuche gemacht zu haben, wenigstens waren in der Pariser Industrie-Ausstellung desselben Jahres Maschinen von Schneider Frères in Creuzot und von Stehlin-Huber in Thann vorhanden [3]), denen André Köch-

---

ausführlichen Aufsatz, die Geschichte des deutschen Locomotivenbaues bis zum Jahre 1867 betreffend, lieferte der Verfasser in den Mittheilungen des Gewerbevereins für Hannover, Jahrgang 1867, S. 276 bis mit S. 301.

1) Eine Abbildung dieser ersten Borsig'schen Locomotive hat der Verfasser in dem von ihm bearbeiteten Artikel „Eisenbahnen" des „Handbuchs der Gewerbekunde" von Karmarsch und Heeren, erste Auflage, (Prag 1854), S. 661 geliefert.

2) Abbildungen im Cockerill'schen Etablissement erbauter Locomotiven finden sich in dem „Portefeuille de John Cockerill", welches sich die Veröffentlichung von Maschinen aller Art zur Aufgabe gemacht hat, die seit Gründung des grossartigen Eisenwerkes und Maschinenbauetablissements zu Seraing aus demselben hervorgegangen sind.

3) Herrmann (in München), Bericht über die Pariser Industrie-Ausstellung vom Jahre 1839, S. 165 und 229.

lin[1]) in Mühlhausen und die Pariser Mechaniker Cavé[2]), Cail und Gouin, ferner Buddicom in Rouen u. A. folgten. Indess datirt sich der Aufschwung des französischen Locomotivenbaues erst aus dem Jahre 1845, bis zu welcher Zeit man die englischen Fabriken nicht entbehren konnte[3]).

In diesen Zeitabschnitt der Locomotivengeschichte fällt auch das furchtbare Unglück auf der Paris-Versailler Eisenbahn (linkes Seineufer), wo (am 8. Mai 1842), durch den Bruch der Achse einer vierrädrigen Locomotive veranlasst, ein Personenzug fast ganz vom Feuer verzehrt und eine grosse Anzahl Passagiere bei lebendigem Leibe buchstäblich gebraten wurde[4]).

Auf die Locomotivenconstruction war dies Ereigniss insofern von grossem Einflusse, als hiermit ein alter Streit über die Vortheile und Nachtheile vierrädriger und sechsrädriger Locomotiven[5]) auf einmal zu Gunsten der letzteren

---

1) André Köchlin lieferte 1839 die beiden ersten Locomotiven (Bulletin d'encouragement 1842, 41. année, p. 482).

2) Vortreffliche Abbildungen der ersten Cavé'schen Locomotive (die „Gauloise") enthält Le Blanc's Recueil des Machines etc., Part. 3, Pl. 7—12.

3) Lechatelier etc. in der Vorrede (S. 17) der Ausgabe des Guide du Mécanicien-Constructeur etc. von 1859. Sowohl in dieser als auch in der folgenden Auflage dieses Werkes finden sich Abbildungen Cail'scher, Gouin'scher u. a. französischer Locomotiven.

4) In dem technischen Berichte, welchen Combes über das unglückliche Ereigniss der Pariser Akademie abstattete (Dingler's polytechn. Journal 1842, Bd. 84, S. 462), wird hauptsächlich Folgendes angeführt: Die Wagenreihe, welche an diesem Sonntage zwischen $5^1/_2$ und 6 Uhr Abends von Versailles nach Paris fuhr, wurde von zwei Locomotiven gezogen, einer kleinen vierrädrigen, welche sich mit einem vierrädrigen Tender an der Spitze des Zuges befand, und einer unmittelbar nach ihr folgenden grossen sechsrädrigen Locomotive (von Sharp & Roberts) mit ihrem Tender. Hinter letzterem kamen unmittelbar die Waggons mit den Reisenden. Dabei fuhr man mit der damals ganz enormen Geschwindigkeit von 67,50 Kilometer pro Stunde (indem der ganze Weg von Versailles nach Paris, d. i. 18000 Meter in 16 Minuten zurückgelegt wurde) oder fast 43 engl. Meilen pro Stunde (18,76 Meter oder 61,50 engl. Fuss pro Secunde), bloss um der zweiten Paris-Versailler-Bahn (rechtes Seineufer) Concurrenz zu machen. (Man sehe auch die Eisenbahnzeitung Jahrgang 1843, S. 27).

Kurz vor Paris brach die vordere Achse der kleinen Locomotive, worauf das Umwerfen und Zerbrechen ihres Tenders, das Nachstürzen und theilweise Zerstören der grossen Locomotive mit ihrem Tender erfolgte und letztere Maschine dabei so zu liegen kam, dass sie den Rost gegen die kleine Locomotive kehrte. Die brennenden Cokes beider Maschinen verzehrten zuerst die Holztheile der Locomotiven, sodann aber pflanzte sich dies Feuermeer so rasch auf die über und an einander geschobenen und leider sämmtlich geschlossenen Personenwagen fort, dass beispielsweise der erste Personenwagen in etwa 10 Minuten vom Feuer verzehrt wurde und die darin sitzenden Menschen bis zur völligen Unkenntlichkeit verbrannten.

5) Eisenbahnzeitung, Jahrgang 1843, S. 16. Ein Aufsatz von Bury, der bekanntlich das System der vierrädrigen Locomotiven lange Zeit hindurch ver-

entschieden war, ja dies Unglück bei manchen Staatsregierungen Veranlassung wurde, die fernere Verwendung vierrädriger Locomotiven ohne Weiteres zu verbieten [1]).

Im Constructionsgebiete der Locomotiven hatten sich bis zu Anfang der vierziger Jahre die tüchtigsten Mechaniker bemüht, insbesondere die Steuerungsmechanismen zu verbessern, in welcher Beziehung ausser den bereits in dieser Hinsicht erwähnten Stephenson und Sharp & Brothers auch noch Bury, Hawthorn, Jackson, Buddicom und Pauwels rühmlichst zu nennen sind [2]).

Damit noch nicht zufrieden, bemühte man sich ferner um Mechanismen zur Erzeugung veränderlicher Expansionen bei den Locomotiv-Dampfmaschinen. Wie bei den feststehenden Maschinen (Bd. 1, S. 539 bis 559) verfolgte man die Lösung der Aufgabe nach zwei verschiedenen Richtungen, nämlich unter Anwendung von zwei über einander gleitenden Schiebern und unter Benutzung eines einzigen Schiebers.

Um die Construction veränderlicher Expansionsanordnungen mit zwei Schiebern machten sich namentlich verdient die Franzosen Imbert, Farcot, Lagavriau, Clapeyron und J. J. Meyer [3]), sodann A. Borsig in Berlin, ferner die Engländer Nasmyth, Hawthorn, Edwards, Bodmer u. A., während

---

theidigte. Nach Whishaw's „Railways", S. 249 hatte u. A. die London-Birmingham-Eisenbahn, deren Ober-Maschinenmeister Bury war, im Jahre 1840 bereits 82, ausschliesslich vierrädrige Locomotiven, von denen auch Whishaw Abbildungen lieferte. An derselben Stelle (S. 249) sind auch Bury's Gründe hervorgehoben, welche für die Anwendung vierrädriger Maschinen sprechen sollen und die im Allgemeinen dieselben sind, worauf bereits oben (S. 342) aufmerksam gemacht wurde.

1) Die Verordnung, welche der französische Minister der öffentlichen Arbeiten in Folge des Versailler Unglücks erliess, enthielt namentlich das Verbot vierrädriger Locomotiven für den Personentransport, ferner, dass sich die Locomotiven immer an der Spitze des Zuges befinden müssen, niemals aber hinter demselben, die Fahrgeschwindigkeit unter keinerlei Umständen 39 Kilometer pro Stunde überschreiten dürfe, die Personenwagen nicht verschlossen sein sollten, u. dgl. m. (Man sehe deshalb Dingler's polytechn. Journal 1842, Bd. 85, S. 156.)

2) Ausführlich in Clark's „Railway-Machinery", S. 22 und 23. Ferner in Colburn „Locomotive Engineering" (1871), p. 68 etc.

3) Bulletin d'encouragement etc. 1846 (45. année), S. 105 und 165. Ein beachtenswerther Artikel mit der Ueberschrift: „Notices sur les détentes de vapeur appliquées aux machines fixes et aux locomotives."

sich um Constructionen mit nur einem einzigen Schieber namentlich die Engländer Gray, Dodd und Cabry bemühten [1]).

Von der ersten Gattung hatten die Mechanismen von Bodmer [2]) und J. J. Meyer [3]) getrennte Expansionsschieber mit linker und rechter Schraubenstellung (die Meyer'sche abgebildet Bd. 1, S. 545) besonderen Erfolg, während die Anordnungen mit einem Schieber sämmtlich nicht eher befriedigten, bis William in Newcastle 1842 auf den Gedanken kam, statt die Excentrikstangen in Gabeln endigen zu lassen, dieselben durch ein geschlitztes Zwischenstück, Coulisse genannt, zu verbinden, in welchem die Schieberstange auf und nieder bewegt werden konnte. Zur grössten Vollkommenheit brachten indess diese Coulissensteuerung erst im folgenden Jahre 1843 Howe und Robert Stephenson, in welcher Gestalt sie heute noch die verbreitetste aller Expansionssteuerungen ist [4]). Mit Recht wird die Einführung der Stephenson'schen Coulisse als ein ebenso wichtiger Abschnitt in der Geschichte der Locomotiven bezeichnet, als seiner Zeit die Anwendung des Blasrohres und des Röhrenkessels.

Fig. 303 und 304 stellen zusammengehörige Skizzen der Stephenson-schen Coulissensteuerung dar, wobei vorerst kaum (im Vergleich mit der Sharp-Robert'schen Gabelsteuerung Fig. 300) zu bemerken erforderlich sein wird, dass man die beiden Excentriks, nämlich d für die Vorwärts- und d^1 für die Rückwärtsfahrt der Maschine, auf der Welle o des Krummzapfens r unverrückbar festgekeilt hat, während die Enden der zugehörigen Excentrikstangen b und b^1 gelenkartig mit der bereits erwähnten, nach einem Kreisbogen gekrümmten Coulisse cc^1 verbunden sind.

---

1) Clark a. a. O. S. 26 und 27.

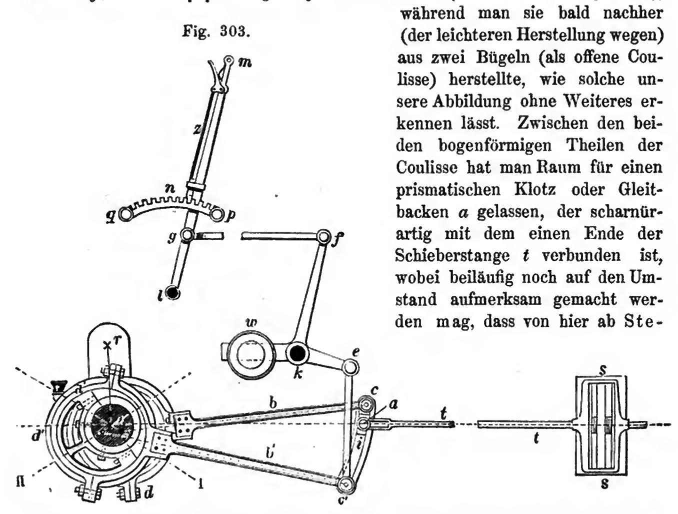
2) Clark a. a. O. S. 28 datirt die Anwendung der „right and left hand screw for adjusting the expansion valve" vom Jahre 1841, wo Bodmer ein betreffendes englisches Patent nahm.

3) J. J. Meyer's französisches Brevet wurde am 23. April 1842 ertheilt. Ueber Meyer's „Détente variable" für Locomotiven sehe man den bereits citirten Aufsatz im Jahrgange 1846 (45. année) des Bulletin d'encouragement etc.; S. 165.

4) Aus dieser Zeit (vom 19. October 1843, Patentertheilung in Preussen) datirt auch die erwähnte A. Borsig'sche Coulissensteuerung mit zwei Schiebern. Vorzüglich schöne Abbildungen dieser Steuerung finden sich in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen, 25. Jahrgang (1846), Tafel 8. Im Sinne der Zeuner'schen Schieberdiagramme wird Borsig's Doppelschieber-Steuerung behandelt in einem Aufsatze des Heusinger'schen Organs für Eisenbahnkunde, Bd. 13, S. 241.

Anfänglich bildete man die Coulisse aus zwei concentrischen Schienen, wovon jede einen ┌┐-förmigen Querschnitt hatte (Taschencoulisse genannt), während man sie bald nachher (der leichteren Herstellung wegen) aus zwei Bügeln (als offene Coulisse) herstellte, wie solche unsere Abbildung ohne Weiteres erkennen lässt. Zwischen den beiden bogenförmigen Theilen der Coulisse hat man Raum für einen prismatischen Klotz oder Gleitbacken *a* gelassen, der scharnürartig mit dem einen Ende der Schieberstange *t* verbunden ist, wobei beiläufig noch auf den Umstand aufmerksam gemacht werden mag, dass von hier ab Ste-

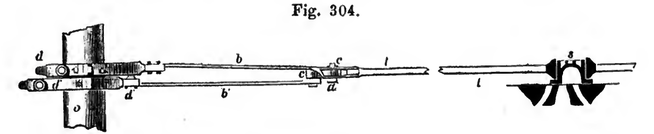
Fig. 303.



phenson vertical gestellte oder wenig geneigte Dampfvertheilungsschieber *s*, statt der sonst horizontalen, bei seinen Locomotiven einführte.

Mittelst einer Stange *c' e* ist die Coulisse am unteren Ende *c'* (zuweilen auch in der Mitte) an dem Winkelhebel *fke* mit *k* als Drehpunkt aufgehangen

Fig. 304.



und dieser Hebel mit dem sogenannten Steuer- oder Reversirhebel *lm* (reversing lever), auch Steuerungshändel genannt, durch die Zugstange (Reversirstange) *fg* derartig in Verbindung gebracht, dass der Maschinenführer, bei *m* anfassend, die Coulisse *c c'* über den Gleitbacken *a* wegschieben und den Umständen gemäss heben uud senken kann, welche Bewegung übrigens noch durch ein über die Verlängerung von *ek* geschobenes Gegengewicht *w* erleichtert wird. Der Steuerhebel verschiebt sich dabei zwischen zwei mit Kerben oder Zähnen versehenen Bogenstücken *pq*, an welchen er vermittelst eines Federriegels *z* in irgend einer Position festgestellt werden kann.

Durch das Heben oder Senken der Coulisse wird der in verticaler Lage unverrückbare Gleitbacken *a* dem einen oder anderen Ende der Coulisse näher gebracht und damit zugleich der in horizontaler Richtung mögliche Weg des

Gleitbackens und weiter des Dampfschiebers immer grösser. Verschiebt man die Coulisse so, dass der Gleitbacken *m* genau in die Mitte *i* der Bogenöffnung *c c'* zu liegen kommt, so hebt sich der Einfluss beider Excentrikstangen derartig auf, dass der Gleitbacken und mithin der Schieber nur eine sehr kleine und zwar durchaus unzureichende Bewegung macht und so sehr wenig Dampf ein- und ausgelassen wird, dass die Dampfvertheilung und somit auch die gesetzmässige Hin- und Herbewegung des Kolbens, durch den Dampfdruck ganz aufhört.

In letzterem Umstande liegt der Grund, weshalb man den Mittelpunkt *i* der Coulisse den todten Punkt nennt.

Je näher man anderseits den Angriffspunkt der einen oder anderen Excentrikstange dem Gleitbacken bringt, um so mehr folgt dieser der Bewegung des betreffenden Excentriks. Da nun beide Excentriks (wie schon S. 346 bei der Sharp'schen Gabelsteuerung hervorgehoben wurde) um 180 Grad weniger dem doppelten Voreilungswinkel (d. i. um den Winkel I O II) gegen einander versetzt sind, die eine Excentrikstange also nach vorwärts schiebt, während die andere rückwärts geht, so nimmt der Gleitbacken *i* und mit ihm der Schieber *s* offenbar die entgegengesetzte Bewegung an, sobald man die Coulisse aus der einen extremen Lage in die andere bringt.

Hieraus erklärt sich ohne Weiteres, weshalb die Maschine vorwärts läuft, wenn man die Coulisse so weit hebt, dass ein Punkt derselben, über den todten Punkt *i*, die Führung des Gleitbackens *a* übernimmt, dagegen das Rückwärtsfahren erfolgt, wenn ein Punkt unterhalb des todten Punktes *i* den Backen *a* führt. In Bezug auf den Steuerbogen *pq* bemerkt man leicht, dass der Dampfzutritt um so länger stattfindet (die Admission um so grösser ist), je weiter der Reversionshebel *lm* von der Mitte *n* des Bogens *pq* entfernt ist, was man gewöhnlich durch die Redeweise ausdrückt „es liegt das Steuerungshändel auf dem ersten, zweiten, dritten oder *n*ten Zahn nach vorwärts oder rückmärts“ [1]).

1) Ohne hier auf Constructionsregeln der Coulissensteuerungen einzugehen, in welcher Beziehung auf Welkner's „Locomotive“ und besonders auf Zeuner's Buch „Die Schiebersteuerungen“, ferner auf die bereits wiederholt citirten Werke Lechatelier's, Clark's, Colburn's u. A., sowie auf den Abschnitt „Die Steuerungen“ in Brosius & Koch „Die Schule des Locomotivführers“ verwiesen werden muss, theilen wir hier eine Messung Welkner's (S. 29 a. a. O.) an der hannoverschen Maschine Nr. 100 mit, welche die Wirkung verschiedener Coulissenstellungen erläutert:

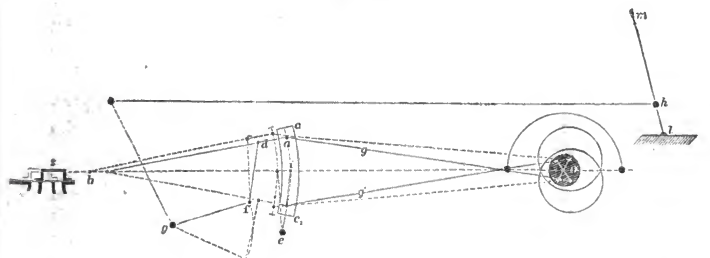
Zahnnummer von der Mitte des Gradbogens aus für vorwärts gerechnet.	1	2	3	4	5	6	7	8
Schieberschub in engl. Zollen	$1^3/_4$	$1^7/_8$	2	$2^1/_4$	$2^1/_2$	$2^3/_4$	3	$3^1/_4$
Dampfadmission in Procenten des Kolbenschubes	32	41	49	59	66	71	75	79

Der grösste Schieberschub betrug $3^1/_4$ Zoll, die äussere Ueberdeckung $^{11}/_{16}$ Zoll, das lineare Voreilen $^3/_{16}$ Zoll, die Aussencylinder hatten 15 Zoll Durch-

Bemerkenswerth ist die Eigenthümlichkeit der Stephenson'schen Coulisse, dass sie bei ihren verschiedenen Stellungen auch verschiedenes Voreilen giebt, was von schädlichem Einfluss auf die Dampfwirkung ist. Dies zu beseitigen und ganz besonders den verticalen Raum für die Bewegung der Coulisse unter dem Kessel zu ersparen, änderte bereits 1843 Gooch, damals Maschinenmeister der Great-Western-Bahn, die Coulisse dahin ab, dass sie eine sogenannte feste Coulisse (Stationary Link-Motion) bildete, im Gegensatze zur Stephenson-schen, welche man nun die bewegliche oder schwebende Coulisse (Shifting Link-Motion) nannte, wobei ein bewegliches Verbindungsglied der Schieberstange zur Einstellung für die verschiedenen Weglängen der Coulisse benutzt wird.

Fig. 305 wird dazu dienen, die Gooch-Coulisse verständlich zu machen. Mit cc_1 ist wieder die Coulisse bezeichnet, die der Krummzapfenachse o ihre convexe Seite zukehrt (ein einfaches Unterscheidungsmittel von der

Fig. 305.



Stephenson'schen Coulisse, welche derselben Achse die concave Seite zuwendet), die nicht gehoben und gesenkt werden kann, sondern in ihrem todten Punkte i an einer Stange ie aufgehangen ist, welche um e als Drehpunkt oscillirt. g, g^1 sind, wie bei Stephenson, die beiden Stangen beziehungsweise der Excentriks für das Vor- und Rückwartsfahren. Auch hier lässt sich in der Coulisse cc_1 der Gleitbacken a auf- und abschieben, wozu das bereits vorher erwähnte Glied ab, zwischen Schieberstange s und dem Coulissenbacken a eingeschaltet ist. Zum Heben und Senken der Stange ab dient ein Hängeglied df, welches mit dem um g drehbaren Arme und weiter mit dem Reversionshebel mhl in Verbindung gesetzt ist.

Bei dieser Coulissensteuerung ist allerdings das Voreilen für alle Expansionsgrade constant, indessen fehlt ihr vor Allem die Einfachheit und Solidität der Stephenson'schen Coulisse, so dass letztere ihr gewöhnlich vorgezogen wird.

Im Anfange der vierziger Jahre beginnt auch der Streit über die Frage, ob Locomotiven mit innen oder aussen liegenden

messer und 24 Zoll Kolbenschub, jedes der vier gekuppelten Triebräder hatte 5 Fuss Durchmesser u. s. w. (a. a. O. S. 40).

Dampfcylindern der Vorzug zu geben ist[1]). Für erstere, deren Cylinder nicht so weit nach vorn und auch näher beisammen liegen, sprach der ruhigere, sicherere Gang, ferner, dass sie kleinere Gegengewichte zur Ausbalancirung der Bewegungs-Mechanismus-Massen erfordern[2]), dass die in den Rauchkammern liegenden Dampfcylinder besser gegen Abkühlung geschützt sind und dass Cylinder und dazu gehörige Maschinentheile nicht so exponirt liegen, wenn sich Unfälle ereignen, wie Entgleisen, Anstossen, Umstürzen u. s. w. der Locomotive.

Für die Maschinen mit Aussencylindern sprach dagegen der Vortheil, keine gekröpfte Achsen zu bedürfen, welche kostspieliger und minder widerstandsfähig wie gerade Achsen sind[3]), dass die hauptsächlichsten Theile der Maschine, selbst während der Fahrt, leicht übersehen und etwaige Reparaturen schneller und bequemer vorgenommen werden können, dass der Kessel niedriger über den Rädern liegen kann wie bei Innencylindern, wegen des für die Krummzapfen erforderlichen Raumes u. s. w.

Völlige Einigkeit wurde (damals) über die Beantwortung der Frage nicht erlangt, indess entschied man sich in England fast ausschliesslich für das System der Innencylinder und in Deutschland für Aussencylinder[4]).

Eine Stephenson'sche Personenzug-Locomotive dieser Zeitperiode[5]) zeigen die zusammengehörigen Skizzen Fig. 306 und 307. Man erkennt dabei sofort, dass auch hier ein einfacher innerer Rahmen vorhanden ist, der sich an den Seitenwänden des Feuer- und Rauchkastens hinzieht, mit welchem der Kessel verbunden ist und die Aussencylinder verschraubt sind. Auch hier lagern die Achsen nicht in äusseren Zapfen, sondern sind innerhalb der Räder mit Achsbüchsen versehen. Wie bereits hervorgehoben, ist die Triebachse (der Mittelräder) ohne Kröpfung, durchaus gerade, indem die erforderlichen Kurbeln ausserhalb durch Einsetzung von Warzen in die erweiterten Radnaben gebildet sind.

Gegen die Disposition dieser Gattung Stephenson'scher Personenlocomotiven hat man nicht ohne Grund erhebliche Einwendungen erhoben, ja sie

---

1) Heusinger's Organ u. s. w., Jahrgang 1848, S. 141.

2) Man sehe über diese Gegengewichte auch S. 343.

3) Man sehe deshalb einen Aufsatz des Verfassers „Ueber die Fabrikation gekröpfter Locomotivachsen" im polytechn. Centralblatte 1842, S. 438.

4) Tellkampf, Ueber die Locomotiven und Wagen der englischen Eisenbahnen bis zum Jahre 1851, Notizblatt des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. 2, S. 165 u. s. w. — Welkner, Ueber Locomotiven- u. s. w. Bau und Reparatur in England, ebendaselbst S. 205.

5) Perdonnet in seinem Traité élém. des chemins de fer (Tome III, p. 82) datirt diese Stephenson'sche Locomotivgattung aus dem Jahre 1845, ebenso Lechatelier im Guide du Mécanicien-Constructeur, Ausgabe von 1859, Pl. 51.

sogar als ganz unbrauchbar bezeichnet[1]). In der Praxis zeigten sich indess nicht alle gegen dies System erhobenen Bedenken so schädlich und nachtheilig, wie man prophezeite, wenn auch ein bedeutendes Schwanken der Maschinen, namentlich bei schnellen Fahrten (und bei unrichtigen oder ganz weggelassenen Gegengewichten) nicht zu vermeiden war. Dagegen hielt man die verhältnissmässig geringe Radbasis (den kurzen Achsstand) von 9 bis 11 Fuss für alle Eisenbahnen mit scharfen Curven derartig vortheilhaft, dass alle gerügten Fehler für zurückstehend betrachtet wurden.

Fig. 306.

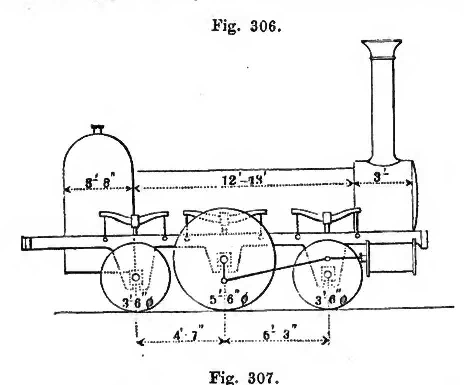


Fig. 307.

Da ferner Eisenbahnen mit starken Curven meistentheils auch bedeutende Steigungen haben, und daher die Triebräder verhältnissmässig viel Adhäsionsgewicht bedürfen, so ordnete Stephenson die Locomotive für

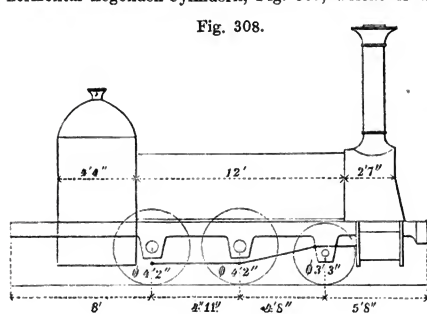
---

1) Am schärfsten hat sich seiner Zeit Redtenbacher in seinem Werke „Die Gesetze des Locomotivbaues", S. 178, gegen derartige Maschinen ausgesprochen, so dass es nicht unangemessen sein wird, die betreffenden Aeusserungen eines Mannes wörtlich hier abzudrucken, dem der rationelle Maschinenbau im Allgemeinen so sehr viel verdankt. Es heisst an der citirten Stelle: „An dieser Locomotive ist keine der Bedingungen erfüllt, die man als Merkmale einer guten Construction aufstellen muss. Die Schubstangen haben eine geringe Länge, die Cylinder liegen zu weit vorn, die mittlere Position der Gleitstücke fällt um ein Beträchtliches vor den Schwerpunkt des Baues. Durch die äussere Lage der Cylinder sind sie zu weit von einander entfernt, verursachen also Wanken (d. h. der ganze Bau pendelt um eine durch seinen Schwerpunkt gehende Längenachse hin und her). Die Triebräder sind in der Mitte und sollten hinten sein. Die Radstellung ist eine zu enge, weil sich alle Achsen zwischen dem Feuerkasten und der Rauchkammer befinden. Der Schwerpunkt liegt hoch, insbesondere über den Achsen der Tragräder. Es sind innere Rahmen vorhanden, die Federn sind daher zu nahe neben einander." Leider ist dem wackeren Redtenbacher die

Güter- und sogenannte gemischte Züge so an, wie Fig. 308 erkennen lässt, d. h. er behielt die Disposition bei, dass alle Achsen zwischen Feuer- und Rauchkiste zu liegen kamen, gab jedoch den hinteren Rädern gleiche Grösse und verband sie zum gemeinsamen Aufgriffe durch Kuppelstangen. Es dürfte anzunehmen sein, dass nachher Tausende von Locomotiven dieses Systemes ausgeführt und mit Erfolg verwandt wurden, beispielsweise Fig. 308 auch bei den hannoverschen Eisenbahnen, wo man zugleich den Kessel verlängerte, über $13^{1}/_{2}$ Fuss lang machte und dessenungeachtet keinen grösseren Achsstand als $11^{1}/_{2}$ Fuss zu nehmen gezwungen war.

Zu den Merkwürdigkeiten gehörte Stephenson's Locomotive mit drei horizontal liegenden Cylindern, Fig. 309, welche er sich 1846 patentiren liess [1]).

Fig. 308.



Dem Mittelcylinder *a* hatte man das doppelte Volumen von einem der kleinen Cylinder *b* gegeben, so dass jeder der letzteren den halben Fassungsraum des grossen Cylinders besass. Ferner waren die den beiden kleinen Cylindern angehörigen Krummzapfen in dieselbe Richtung gebracht, dagegen der Krummzapfen des grossen Mittelcylinders so gestellt, dass sein Halbmesser mit den beiden anderen einen rechten Winkel bildete [2]).

Die Ursache dieser Anordnung war folgende. Bei den sämmtlichen, vorherbesprochenen zweicylindrigen Locomotiven, entstehen durch die hin-

---

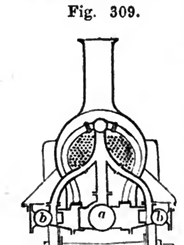
Theorie der Locomotiven überhaupt nicht so gelungen, wie es die Wichtigkeit des Gegenstandes hätte wünschen lassen. An sehr vielen (und zwar den wichtigsten) Stellen befindet sich diese Theorie im völligen Widerspruche mit den Erfahrungen! Man sehe hierüber u. A. Zech's Kritik des Redtenbacher'schen Locomotivwerkes in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, neunter Jahrgang, 1857, S. 97, sowie Zeuner's Abhandlung über „das Wanken der Locomotive". Zürich 1861.)

1) Patent Specification Nr. 11086, vom 10. August 1846. Dies letzte auf Locomotiven von Stephenson genommene Patent lautete auf George Stephenson, of Tapton House, Chesterfield, in the County of Derby, Engineers, and William Howe, of Newcastle-upon-Tyne, in the County of Northumberland.

2) Die bereits bei Stephenson's erster in der Newcastler Fabrik (1822) erbauten Locomotive, Seite 319 erwähnten Anordnung der unter 90 Grad gegeneinander gestellten Krummzapfenwarzen hat besonders den praktischen Zweck, bei jeder Stellung der Krummzapfen, mit der Maschine ohne weitere Nachhülfe vom Platze fahren zu können und eine gleichförmigere Bewegung herbeizuführen.

und hergehenden Massen der Kolben, Kolbenstangen, Kreuzköpfe und Schubstangen, auch drehende Bewegungen (Schwingungen), um eine durch den Schwerpunkt der Locomotive gehende Verticalachse, welche sich als schlängelnde, schwänzelnde Bewegungen des ganzen Baues zu erkennen geben und die man das Schlingern oder Schlängeln der Locomotive (le lacet) zu nennen pflegt. Durch das Anbringen von drei Cylindern in der erörterten Art und Weise, ist allerdings dies Schlingern zu verhüten, allein die Erfahrung (und Theorie) hat gelehrt, dass eine derartige, störende Bewegung weit einfacher durch geeignete Gegengewichte an den Triebrädern unschädlich gemacht werden kann. Stephenson hat daher diesen dreicylindrigen Maschinen später weder selbst weitere Aufmerksamkeit geschenkt, noch haben sie sonstige Nachahmer gefunden [1]).

Fig. 309.



Die von Praktikern nicht abgeleugneten, aber von Theoretikern übertrieben geschilderten Uebel der dreiachsigen Stephenson'schen Locomotiven mit Aussencylindern traten allerdings, naturgemäss, besonders bei für Schnellfahrten bestimmten Maschinen hervor und wurden Veranlassung zu einer Anordnung, welche sich der Ingenieur Crampton in London 1846 für England patentiren liess [2]). Crampton hielt es für vortheilhaft, die Triebräder der Stephenson'schen Locomotive, Fig. 289, von der Mitte wegzunehmen, hinter die Feuerbüchse zu legen und gleichzeitig ihren Durchmesser beträchtlich zu vergrössern. Hierdurch wurde vor Allem möglich, den Schwerpunkt des ganzen Baues erheblich tiefer zu legen, damit den Stabilitätsbedingungen der Bewegung entsprochen und gleichzeitig ein rascherer Fortlauf erreicht. Diese Verbesserungen hatten mehrere andere im Gefolge, wohin namentlich der grössere Radstand mit schwach belasteter Mittelachse und die grössere Länge der Schubstangen gehört.

Die Skizzen Fig. 310 und 311 lassen die Disposition der Crampton-schen Locomotive erkennen, wobei vor Allem noch auf den Unterschied des

---

1) Ausführlicher (nächst der citirten Patent-Specification) über diese Stephenson'schen dreicylindrigen Locomotiven handelt ein Artikel der Eisenbahnzeitung vom 25. April 1847, S. 135 und ein Aufsatz in Heusinger's Organ Bd. 2, S. 80. An letzterer Stelle wird erwähnt, dass ein Herr von Argenteuil die Priorität der Construction einer dreicylindrigen Locomotive für sich in Anspruch nahm.

2) Crampton's erstes Patent, Nr. 11760, datirt vom 25. Februar 1846. Das zweite Patent, Nr. 11760, von 1847 begreift insbesondere eine Locomotive mit einer sogenannten Blindachse. Bei letzterer Maschinengattung liegt nämlich zwischen den Triebrädern und den Vorderrädern, unmittelbar vor dem Feuerkasten, eine besondere Kurbelachse, jedoch ohne Räder. Diese Achse ist mit vier Krummzapfen, zwei in der Mitte und zwei an den Enden, ausgestattet. Erstere correspondiren mit den beiden Inside-Cylindern, letztere dienen zur Kuppelung mit den Triebrädern. Neben anderen Vortheilen wollte man hierdurch den Bruch der gekröpften Achse für die Sicherheit der Maschine unschädlich machen.

Rahmenbaues, gegenüber allen vorher besprochenen Locomotiven, aufmerksam zu machen ist. Die Maschine hat nämlich sowohl einen äusseren Rahmen *c*, als einen inneren Rahmen *f*, die durch die Bufferbalken *d* mit einander ver-

Fig. 310.

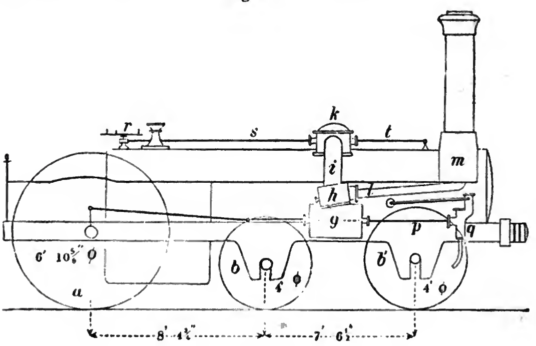
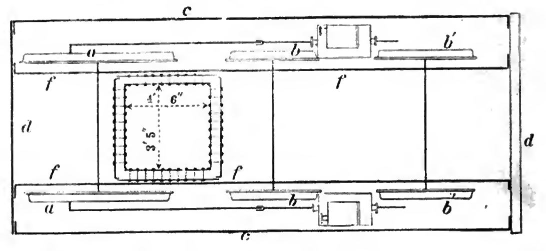


Fig. 311.



bunden sind und wovon der innere Rahmen an den Seitenwänden des Feuer- und Rauchkastens liegt. Die Achse der stets über 6 Fuss hohen Triebräder *a* liegt unmittelbar hinter dem Feuerkasten, wobei die Achsgabeln nach oben gekehrt sind und wodurch das Ausheben der Räder sehr erleichtert wird. Die Dampfcylinder *g* liegen beinahe in der Mitte des Oberbaues und sind sowohl mit dem inneren als dem äusseren Rahmen verschraubt. Was die sonstigen Theile der Crampton'schen Maschine betrifft, so werde bemerkt, dass der im Kessel gebildete Dampf nicht direct nach dem Dome *k* gelangen kann, sondern (nach einem Vorgange von Hawthorn)[1]), vorher gezwungen wird, durch schlitzförmige Oeffnungen eines Rohres zu gehen, welches sich im oberen Theile (Dampfraume) des Kessels, und zwar in dessen ganzer Längenausdeh-

1) Colburn in Locomotive Engineering, S. 69 und Patent Specification Nr. 8277 vom Jahre 1839.

nung hinzieht, in den Dom *k* mündet und von hier aus dem Dampfe gestattet, durch die nach beiden Seiten abzweigenden Röhren *i* in den Steuerkasten *h* zu treten u. s. w. Röhren *l* führen den aus den Cylindern *g* tretenden Dampf in den Rauchkasten *m*, woselbst sich die Röhren beider Cylinder in dem Blasrohre vereinigen und den gebrauchten Dampf durch die Mündung des letzteren strömen lassen. Der Regulator in dem Dome *k* (zum Verändern oder Absperren des Dampfeintritts) wird vom Maschinenführer durch Umdrehung eines Handrades *r* und mittelst Excentrik, Halsring und Zugstange *s* entsprechend bewegt.

Unsere Skizze ist speciell einer von Derosne und Cail in Paris gebauten, in Clark's „Railway-Machinery" S. 209 beschriebenen und daselbst Tafel 13 und 14 abgebildeten Crampton'schen Locomotive entnommen, woselbst sich auch vortreffliche Zeichnungen des Rahmenbaues, Details beweglicher und unbeweglicher Theile vorfinden [1]).

Wohl die kosossalste aller je gebauten Locomotiven des Crampton-schen Systems lief von 1848 ab auf der London- und North-Western-Eisenbahn [2]). Diese „Liverpool" genannte Maschine hatte Triebräder von 8 Fuss Durchmesser, 2260 Quadratfuss Heizfläche und wog 35 Tonnen im arbeitenden Zustande. Man rechnete, dass sie 180 Tonnen mit 50 Meilen Geschwindigkeit fortschaffte, was einer Leistung von $(180 + 35) . 50 = 10750$ Meilen-Tonnen entsprochen haben würde [3]).

Ungeachtet aller gerühmten guten Eigenschaften der Crampton'schen Locomotive ging es ihr wie allen menschlichen Werken, sie war dennoch mit manchen Nachtheilen behaftet. Hierher gehört, dass der Radstand derartig bedeutend ist, dass die Maschine sich nicht mit gehöriger Leichtigkeit in den Curven ohne Anwendung eines beweglichen Laufradgestelles (Trucks) bewegen kann, so wie dass sich ferner die Lastvertheilung auf Vorder-, Mittel- und Triebachse nicht vortheilhaft vornehmen lässt. Die Belastung der Triebachse bleibt unter allen Umständen eine beschränkte, so dass man öfter als bei anderen Maschine zum Sandstreuen seine Zuflucht nehmen muss, um die erforderliche Adhäsion zu erzeugen. Ferner wirkt die grosse Belastung der Vorderachse, bei schneller Fahrt, nachtheilig auf den Oberbau der Bahn (wenn

---

1) Die wesentlichen Dimensionen und Gewichtsverhältnisse unserer abgebildeten Locomotive sind folgende: Cylinderdurchmesser $15^3/_4$ Zoll englisch, Kolbenschub 22 Zoll. Durchmesser der Triebräder 6 Fuss $10^5/_8$ Zoll. Durchmesser der beiden Laufräder 4 Fuss. Radbasis 16 Fuss. Röhrenzahl 177, und zwar 173 von 2 Zoll äusserem Durchmesser und 4 von $1^3/_4$ Zoll Durchmesser. Belastung der Triebradachse $11^1/_2$ Tonnen, der Mittelachse *b* nur 4 Tonnen und der Vorderachse b^1 wieder $11^1/_2$ Tonnen; so dass das Gesammtgewicht 27 Tonnen beträgt.

2) Eine Abbildung der Maschine „Liverpool" findet sich u. A. bei Colburn a. a. O. S. 71, Fig. 84. Ferner in John Weale's Locomotive Engine, Division A, Tenth Paper von 1850.

3) Jeder der beiden Dampfcylinder hatte 18 Zoll Durchmesser, der Kolben 24 Zoll Hub, der 12 Fuss 3 Zoll lange Kessel enthielt 300 Röhren von $2^3/_{16}$ Zoll Durchmesser. Die Feuerkiste hatte 154 Quadratfuss Heizfläche, der Rost hatte $21^1/_2$ Quadratfuss Ausdehnung. Die Radbasis betrug 18 Fuss.

nicht zwischen den Achsbüchsen beider Vorderräderrahmen ein Federbalancier eingeschaltet ist), weil hier die grösste Last (in unserem gezeichneten Falle Fig. 310 ruhen beispielsweise 11½ Tons auf der Vorderachse) auf die vorher unbelastete Schiene drückt, was demzufolge mehr stossend und daher zerstörend wirkt. Ausserdem ist man veranlasst, wegen der niedrigen Kessellage, die Rostfläche im Verhältniss zur Verdampfungsfähigkeit des Kessels unangemessen lang zu machen, wenn man das Brennmaterial nicht vor den Siederöhren unzweckmässig aufhäufen will.

Letztere Gründe und noch manche andere sind Ursachen geworden, dass man trotz der erwähnten Vorzüge das Crampton'sche Maschinensystem ganz wieder verlassen hat.

Es dürfte jetzt an der Zeit sein, der Verdienste um ausgezeichnete, mit vorzüglichen Verhältnissen und werthvollen Details ausgestattete Locomotiven des bereits wiederholt erwähnten Maschinenbauetablissements von Sharp und Roberts in Manchester zu gedenken, dessen Maschinen nächst den Stephenson-schen ungetheilte Verwendung und Anerkennung fast in allen Ländern fanden [1]).

Nach der Erbauung einiger eigenthümlich construirten vierrädrigen Locomotiven im Jahre 1833, mit zwei vertical stehenden Cylindern, adoptirten Sharp und Roberts das Stephenson'sche System mit mancherlei Veränderungen und Verbesserungen.

In letzterer Beziehung ist namentlich der veränderte Ort des Domes ihrer Locomotiven (Fig. 312) zu erwähnen, der nicht (wie bei Stephenson

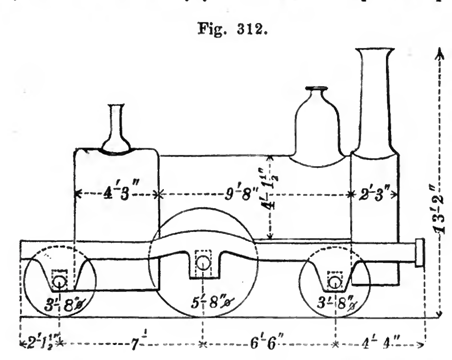
1) Der Verfasser hält es für Pflicht hier Herrn Carl Beyer's, seines lieben Freundes und Studiengenossen an der königl. Polytechnischen Schule in Dresden zu gedenken. Beyer ging in der Mitte der 30er Jahre nach England, fand dort in dem Sharp'schen Maschinenetablissement zu Manchester Beschäftigung und zeichnete sich hier sehr bald als Constructeur im Werkzeugsmaschinen- und Locomotiv-Baufache derartig aus, dass er die Stelle eines ersten Constructeurs in den genannten Fächern erhielt. Die Sharp'sche Fabrik verdankt Beyer einen grossen Theil des vorzüglichen Rufes, welchen dies Etablissement, zur Zeit seiner höchsten Blüthe (am Ende der 40er Jahre, vor dem Tode des alten Herrn Sharp) erlangt hatte. Nach Beyer's Abgange von Sharp gründete er im Jahre 1854 die durch zweckmässige Anordnung und vorzügliche Leistung berühmt gewordene Maschinenfabrik zu Gorton bei Manchester, in welcher Thätigkeit Beyer von seinem Associé Peacock (dem vormaligen Maschinenmeister der Manchester-Sheffield- und Lincolnshire-Eisenbahn) thatkräftig unterstützt wurde. Beyer's Talent und Thätigkeit wurde durch glückliche Conjuncturen derartig gesegnet, dass er als reicher Mann sich ein schönes Besitzthum in Nord-Wales (Llantysilio Hall bei Llangollen) schaffen konnte, ohne damit jedoch seine Wirksamkeit in der Gortoner Maschinenfabrik zu beschränken. Leider genoss Beyer die Früchte seiner Thätigkeit nicht lange, indem er am 2. Juni 1876 aus dieser Welt abberufen wurde. Beyer war geboren zu Plauen im sächsischen Voigtlande am 14. Mai 1813, erreichte also ein Alter von 63 Jahren.

Fig. 306 und 308) unmittelbar über dem Feuerkasten, sondern in grösster Entfernung von demselben, nahe dem Rauchkasten placirt war, wodurch man den Vortheil erreichte, dass eine geringere Menge (unverdampftes) Wasser in die Dampfcylinder mit übergeführt wurde.

Eigenthümlich war ferner der aussenliegende, in der Mitte gebogene Gestellrahmen, dessen Zweck war, die Achshalter der Laufräder nicht länger als die der Triebräder machen zu müssen und dadurch die Stabilität des Baues zu erhöhen [1]). Roberts und Bayer gehörten damals zu den Ersten, welche die Vortheile richtig angeordneter Gegengewichte an den Triebrädern der Locomotiven erkannten, was hier besonders hervorgehoben zu werden verdient [2]).

Unsere Skizze Fig. 312 ist, beiläufig gesagt, derjenigen Sharp'schen Locomotivgattung aus dem Jahre 1847 entnommen, von der Colburn S. 68 sagt: „She was for many years the favourite pattern upon English railways" [3]).

Fig. 312.



Von 1847 an gelangten sogenannte Tender-Locomotiven (Tank engines) in England zu allgemeiner Verwendung, d. h. solche Maschinen, welche keinen besonderen Munitionswagen (Tender) erfordern, sondern Wasser und Brennmaterial bedarf in eigenen Behältern, compendiös und zweckmässig vertheilt, unmittelbar mit sich führen. An sich waren Locomotiven dieser Anordnung nicht neu, indem schon Trevithik's Maschinen ihr Wasser und Brennmaterial mit sich führten, Braithwaite's und Ericson's „Novelty" (S. 326) beim Rainhiller

1) Diese ersten Sharp-Robert'schen Locomotiven sind in einem vom französischen Ingenieur Mathias in Paris im Jahre 1844 veröffentlichten, mit 12 Foliotafeln Abbildungen begleiteten Werke ausführlich beschrieben, welches betitelt ist: „Etudes sur les Machines Locomotives de Sharp et Roberts".

2) Man sehe hierüber auch den §. 279 von Couche „Voie materiel roulant etc.", Tome II, welcher die Ueberschrift trägt: „Ancienneté de l'application des contre-poids."

3) Eine hübsche Abbildung in Holzschnitt dieser Sharp'schen Maschine aus dem Jahre 1847 findet sich bei Colburn S. 68, Fig. 80. Vollständige Zeichnungen (drei Blatt) einer neueren mit werthvollen Details (in Holzschnittabbildungen) ausgestatteten Güterzugmaschine mit Inside-Rahmen, sechs gekuppelten Rädern, deren Achsen jedoch sämmtlich (wegen eines 14 Fuss langen Kessels) zwischen Feuer- und Rauchkiste lagen, ferner mit einer sogenannten Wasserkammer in der Feuerkiste u. s. w., finden sich in Clark's Railway-Machinery S. 213 u. s. w.

Locomotivkampfe eine Tender-Maschine war, und nachher 1837 Dr. Church in Birmingham die erste Tender-Maschine für die London-Birmingham-Eisenbahn bauen liess, welche das Stephenson'sche Locomotivsystem, Röhrenkessel u. s. w. adoptirt hatte [1]).

Tender-Maschinen haben offenbar den Vortheil, dass sie das sogenannte todte Gewicht vermindern, was die Locomotiven mit Extra-Tender zu schleppen haben, dass sie eben so gut vor- wie rückwärts fahren und das Umdrehen mit kleineren Drehscheiben bewirken können (wenn man bei den Maschinen mit Tendern letzteren nicht immer abhängen will). Dagegen ist es als Nachtheil zu bezeichnen, dass bei ihnen die Locomotive veränderlich belastet ist, am Anfange der Fahrt viel, zu Ende wenig. Für kürzere Bahnen (Local- und Zweigbahnen) und für geringere Verkehrsverhältnisse werden sie indess wohl für immer empfehlenswerthe Maschinen bleiben.

Sharp Brothers u. Comp. (wie nach dem Austritte Roberts die Firma hiess) gehörten mit zu den Ersten, welche empfehlenwerthe Tender-Locomotiven und zwar mit Aussen-Cylindern und Innen-Rahmen lieferten.

Fig. 313 und 314 sind Skizzen einer solchen Maschine vom Jahre 1847 [2]).

Wie leicht erkannt wird, trägt die Maschine zwei getrennte Wasserbehälter p und q, wovon der eine p unter der Fussplatte und hinter dem Feuerkasten liegt, der andere q unter dem cylindrischen Theile des Kessels befindlich ist, während das Wasser in beiden durch Rohre rr communicirt, der Behälter q jedoch etwas tiefer als p liegt, so dass dieser noch Wasser enthält, wenn der andere (p) bereits geleert ist. Beide Behälter zusammen fassen 480 Gallonen oder 4800 Pfd. oder auch $\left(\frac{4800}{62,5}=\right)$ 76,80 Cubikfuss Wasser. Dass diese Behälter mit dem Rahmenwerke der Maschine fest verbunden sind, bedarf wohl kaum der Erwähnung. Ein senkrechtes Rohr s, welches durch den Cokesbehälter geht, dient zum Füllen der Wasserbehälter. Oben ist dies Rohr trichterförmig erweitert, unten aber, so weit es in den Raum p taucht, überall (auch am Boden) siebförmig durchlöchert, wodurch der freie Ausfluss des Wassers nicht gehemmt, aber wohl verhindert wird, dass Schmutz und überhaupt fremde Körper weder Rohre, noch Wasserpumpen-Cylinder und Ventile verunreinigen können. Der Stand des Wassers in den Behältern wird durch einen Schwimmer angezeigt, der so angeordnet ist, dass der Maschinenführer mit einem Blicke zu erkennen vermag, ob er Wasser genug hat oder nicht. Der Cokeskasten (von 34 Cubikfuss Fassungsraum nach Abzug der Füllröhre s)

---

1) Church's Tender-Locomotive findet sich u. A. abgebildet bei Clark a. a. O. S. 14. Schon im Jahre 1838 soll die braunschweigische Eisenbahnverwaltung zwei Tank-Engines von England bezogen haben. (Bericht über die Londoner internationale Industrie-Ausstellung vom Jahre 1851, Bd. 1, S. 500.)

2) Heusinger's Organ Bd. 5 (1850), S. 19, mit 3 Tafeln Abbildungen und sehr ausführlicher Beschreibung. Ebenfalls abgedruckt in Heusinger-Claus „die Locomotiv-Maschine“ 1858, S. 1. Die Quelle beider Veröffentlichungen ist Barlow's „Description of the outside-cylinder tank-engine“ in John Weale's „Appendices of Tredgold's Steam Engine“, Division A, Tenth Paper, December 1848.

ist so placirt, dass Maschinenführer und Heizer noch hinlänglich freien Raum vor dem Feuerkasten der Maschine behalten [1]).

Fig. 313.

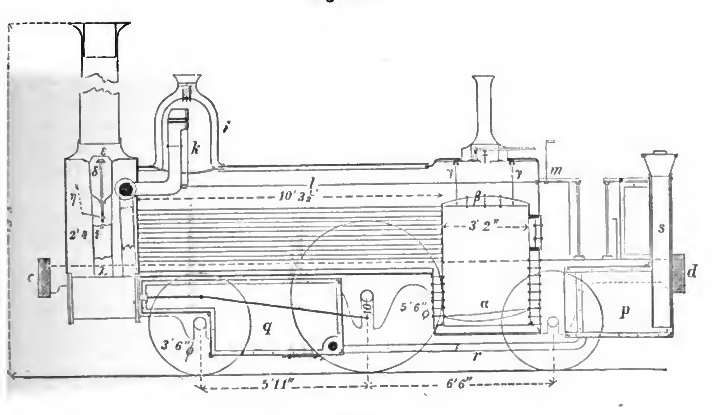
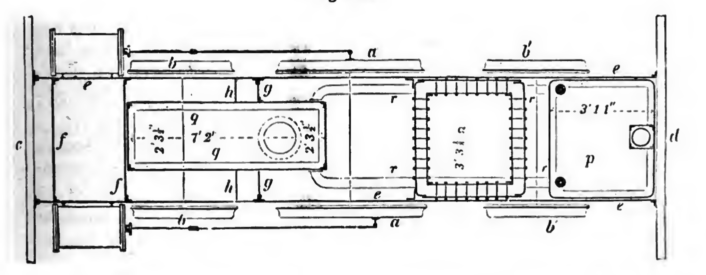


Fig. 314.



In unserer Quelle wird ausdrücklich hervorgehoben, dass das Gewicht der Maschine, vollständig mit Wasser und Brennmaterial gefüllt, 21 Tonnen (420

1) Zwei Stück der beschriebenen Tender-Maschinen wurden bereits im März 1847 u. A. zur Beförderung von Personenzügen zwischen Manchester, Macclesfield, Stockport und anderen Städten der Umgegend mit Erfolg benutzt, wobei die grösste Entfernung $17\frac{1}{2}$ engl. Meilen betrug. Durchschnittlich wurden pro Meile 25 Pfd. Cokes, also auf die gedachte Entfernung $17\frac{1}{2} \times 25 = 437{,}5$ Pfd. Cokes verbraucht. Je nachdem man nun annimmt, dass jedes Pfund Cokes 6 oder 7 Pfd. Wasser verdampfte, beträgt die erforderliche Wassermenge 42 oder 49 Cubikfuss, so dass für eine Fahrt der angegebene Fassungsraum der Wasserbehälter p und q mehr als hinreichend war.

Ctnr.) betragen habe, während eine Locomotive mit besonderem Tender zur gleichen Leistung circa 30 Tonnen Gewicht erfordert haben würde.

Unter den mannigfachen Tender-Maschinen, welche später in England gebaut und in Betrieb genommen wurden, verdient u. A. noch ein von Gooch (in der Bahnhofswerkstatt zu Swindon) construirtes Exemplar genannt zu werden [1]. Besondere Eigenthümlichkeiten dieser Maschine waren, das Anbringen des Wasserbehälters über dem Langkessel (während sich der Cokeskasten hinter dem Führerstande befand), sowie ferner die Verwendung einer sogenannten Schlittenbremse (S. 226, Fig. 209 und 210) zwischen den beiden sechsfüssigen Triebrädern und unter dem Feuerkasten, und endlich die Vereinigung der vier Laufräder in dem bekannten amerikanischen Truck. Das zur Adhäsion verwandte, auf den vier Hinterrädern ruhende Gewicht der Maschine betrug $21^1/_4$ Tonnen, während auf den Vorderrädern $14^1/_2$ Tonnen lagen, das Totalgewicht also $35^3/_4$ Tonnen (im arbeitenden Zustande) ausmachte.

Noch vor allgemeiner Verwendung der Tender-Maschinen in England entstanden neben den bereits seit 1841 mit Erfolg arbeitenden Locomotivbauanstalten von Borsig, Maffei und Kessler in Karlsruhe, noch (1846) die von G. Egestorff in Hannover und von Emil Kessler in Esslingen. Egestorff lieferte namentlich die meisten Maschinen für die hannoverschen Eisenbahnen, Kessler vorzugsweise für die würtembergischen und österreichischen, hessischen, nassauischen u. s. w. Staats-Bahnen, sowie für französische und russische Bahnen [2]). Im Jahre 1848 begannen noch mit ebenfalls sehr gutem Erfolge Richard Hartmann in Chemnitz und Henschel in Kassel den Bau von Locomotiven, ersterer vorzugsweise für sächsische Bahnen, dann auch für österreichische, mecklenburgische, bayerische und preussische Bahnen, letzterer besonders für hessische Bahnen, überdies auch für preussische und hannoversche.

Deutschland hatte sich hierdurch völlig unabhängig von England gemacht, ja es war Thatsache, dass manche Fabriken den englichen Locomotivbauanstalten bereits selbst im Auslande wirksame Concurrenz bereiteten.

Uebrigens datirt sich auch aus dieser Zeit das erfolgreiche Bemühen der Franzosen, den Bedarf ihrer Eisenbahnlocomotiven selbst zu beschaffen [3]).

---

1) Clark a. a. O. S. 204, Pl. 7 bis 9.

2) Man sehe hierüber einen speciellen Aufsatz des Verfassers in den Mittheilungen des hannoverschen Gewerbevereins (Beitrag zur Geschichte des deutschen Locomotivbaues) Jahrgang 1867, S. 276.

3) In der Ausgabe des bereits wiederholt citirten „Guide du Mécanicien-Constructeur" vom Jahre 1859 sind (S. 17) folgende acht französische Maschinenfabriken als solche bezeichnet, welche sich im grösseren Maassstabe mit dem Baue von Eisenbahnlocomotiven beschäftigten:

In Paris . . . . Cail, Cavé und Gouin.
„ Mühlhausen . . . . . . André Köchlin.
„ Rouen . . . . Buddicom.
„ Creuzot . . . . Schneider.

§. 22.

Wir sind jetzt zu einem Abschnitte in unserer Geschichte gelangt, welcher für die Ausbildung der Locomotive von besonderer Wichtigkeit war, und in einiger Beziehung mit der Zeit vor Eröffnung der Liverpool-Manchester-Bahn verglichen werden kann, als dort über die Transportweise entschieden werden sollte.

Um die Beantwortung der letzteren Frage in eigenthümlicher Weise handelte es sich nämlich, als im Jahre 1849 der Bau der letzten und schwierigsten Gebirgs-Strecke der Eisenbahn von Wien nach Laibach und Triest der Vollendung nahte, einer Bahn, welche bestimmt war, den Verkehr von Mitteleuropa mit dem einzigen deutschen Seehafen am adriatischen Meere zu vermitteln[1]. Das Semmering-Gebirge, zwischen Gloggnitz und Mürzzuschlag[2], setzte jedoch dem Bau einer Eisenbahn solche Schwierigkeiten entgegen, dass es erst länger zweifelhaft war, ob man die fragliche Strecke überhaupt bauen, nachher aber ob man den Betrieb durch freie Locomotiven oder durch feststehende Dampfmaschinen in Verbindung mit Seilebenen geschehen lassen sollte.

Inzwischen war es zu dieser Zeit bereits Thatsache geworden, dass man

---

In Graffenstadten .... (Strassburg) Actienunternehmen unter dem Director Messmer.

„ Oullins-les-Lyon ... Parent u. Schaken (Director Calliet).

1) Man sehe über das Allgemeine dieser Bahn einen höchst lesenswerthen Artikel in Nr. 18 und 19 der Eisenbahnzeitung vom 30. April und 7. Mai 1849, S. 137 und 145, welcher die Ueberschrift trägt: „Der Eisenbahnbau über den Semmering.“

2) Nach Vollendung der Bahn beschrieb der jetzige Geheime Oberbaurath Funk, nach eigenen Anschauungen und Aufzeichnungen, dieselbe in Bd. 3 (1853 bis 1854) des Notizblattes des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, S. 210. Diesem Aufsatze entlehnen wir folgende Details und machen dabei auf deren Vergleiche mit anderen wichtigen deutschen Bahnen besonders aufmerksam.

Es liegt der höchste Punkt über der Meeresfläche		Es beträgt die zu ersteigende Höhe vom Fuss des Gebirges gerechnet
	Meter	Meter
auf der Semmeringbahn	881	461
„ „ Bayerischen Fichtelgebirgsbahn ...	604	248
„ „ Würtembergischen Rauhen-Alp-Bahn	592	126
„ „ Hannoverschen Südbahn	296	160

in Amerika nur noch solche Seilebenen fortbestehen liess[1]), wo die misslichen Geldverhältnisse der Gesellschaften Aenderungen nicht zuliessen, in England aber schon von 1837 ab keine Seilebenen für eigentliche Verkehrsbahnen mehr erbaute, vielmehr auf fünf Stellen die Seilbetriebe verlassen und dafür den Locomotivbetrieb mit bestem Erfolg eingeführt hatte[2]).

Immerhin waren die Schwierigkeiten für den Locomotivbetrieb auf der Semmeringbahnstrecke deshalb so gross, weil die Bahn nicht nur Ansteigungen von $^1/_{40}$ auf 8367 Meter Gesammtlänge (zwischen Payerbach-Semmering), von $^1/_{42}$ auf 17069 Meter (zwischen Semmering-Mürzzuschlag) und von $^1/_{45}$ auf 8936 Meter Gesammtlänge[3]) (zwischen Payerbach-Mürzzuschlag) hat, sondern

---

1) Die steilste Eisenbahn, welche zur Zeit mit freien Locomotiven befahren wird, ist eine zwei Kilometer lange Strecke der Jefferson-Madison- und Indianopolis-Eisenbahn in Nordamerika. Daselbst ist eine Steigung von $\frac{1}{16\frac{1}{2}}$ zu überwinden. Dieser Bahn zunächst ist eine Strecke der Eisenbahn zu nennen, welche von Zürich aus nach der 460 Meter über dem Züricher See liegenden Spitze des Uetliberges führt, indem hier Steigungen von 7 Meter auf 100 Meter oder von $\frac{1}{14^2/_7}$ vorkommen.

2) Vielfache Erfahrungen hatten zu dieser Zeit bereits ganz andere Urtheile über wichtige Eisenbahnfragen gebildet, als dies wenige Jahre vorher der Fall war. So hielt Stephenson Eisenbahnen mit Locomotivbetrieb nur dann für angemessen, wenn die Steigungen nicht $^1/_{200}$ überschritten. Pambour bezeichnete die Steigung von $^1/_{100}$ als die äusserste zulässige Grenze für den Locomotivendienst (Eisenbahnzeitung, 1849, S. 137), während man 1850 auf der vorher (in der Note) genannten Fichtelgebirgsbahn (Neumarkt) die Steigung von $^1/_{40}$ (bei 1156 Ruthen = 5398 Meter Länge) und die auf der Rauhen-Alpbahn von $^1/_{45}$ (bei 1082 Ruthen = 5053 Meter Länge) ohne Anstand mit freien Locomotiven zu befahren begonnen hatte. Bei den deutschen Eisenbahnen bestanden zwei Seilbetriebe, der eine auf einer Strecke der Elberfeld-Düsseldorfer, der andere auf der rheinischen Bahn, zwischen Aachen und der belgischen Grenze. In Belgien hatte man damals auf der einzigen zwischen Lüttich und Ans vorhandenen schiefen Ebene von $^1/_{36}$ Steigung schon gelungene Versuche angestellt, die Personenzüge ebenfalls mit freien Locomotiven fortzuschaffen.

3) Nach Funk (a. a. O. S. 213) sind die stärksten Steigungsverhältnisse: auf der Fichtelgebirgsbahn $^1/_{40}$ bis $^1/_{41}$ auf 5398 Meter Länge, auf der Rauhen-Alpbahn $^1/_{45}$ auf 5025 Meter Länge, auf der hannoverschen Südbahn $^1/_{64}$ und $^1/_{70}$ auf eine Länge von 9737 Meter. Während demnach die ungünstigsten Steigungsverhältnisse auf der Bahn über den Semmering mit denen über das Fichtelgebirge und die Rauhe-Alp übereinstimmen, ist die Länge (19010 Meter) dieser stärksten Steigungen auf der Semmeringbahn über dreimal so gross wie auf jenen Bahnen.

Es dürfte als angemessen zu bezeichnen sein, hier vergleichsweise betreffende Angaben der ausgezeichneten europäischen und amerikanischen Gebirgseisenbahnen zusammenzustellen.

auch an denselben Stellen scharfe Curven von nur 900 Wiener Fuss oder 284 Meter Krümmungshalbmesser besitzt[1].

Nachdem man sich aber auch hier für das Befahren mit freien Locomotiven entschieden hatte, hielt die österreichische Regierung das Ausschreiben eines Preis-Concurses für erforderlich. In dem betreffenden, vom März 1850 datirten Programme[2]) wurde hauptsächlich verlangt, dass die Preis-Maschine bei gewöhnlichen günstigen Witterungsverhältnissen über die Steigungen von $^1/_{40}$, jene mit den ungünstigen Krümmungsverhältnissen nicht ausgenommen, im Stande sein müsse, eine Bruttolast regelmässig fortzuschaffen von wenigstens 2500 Centner Gewicht (ausschliesslich des etwaigen mit Wasser und Brennstoff gefüllten Tenders), und zwar mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von $1^1/_2$ Meilen (oder 11,4 Kilometer) pro Stunde. Die Geldsumme, welche für Preis-Locomotiven zu zahlen bestimmt war, sollte zwanzigtausend Stück vollwichtige kaiserliche Ducaten betragen.

Für drei andere, der Preis-Locomotive zunächst stehende Maschinen hatte man als Preise erhöhte Ankaufssummen, beziehungsweise von 10000, 7000 und 6000 Ducaten festgesetzt.

Schon das folgende Jahr 1851 war zur Entscheidung der Preisconcurrenz bestimmt. Die Prüfungscommission hatte zu den Concurrenzversuchen (August und September 1851) vier Locomotiven zugelassen, deren Dimensionen und

Bezeichnung.	Semmering-bahn	Brennerbahn	Nord-Apenninen-(Giovi) Bahn	Pacificbahn-(Nord-amerika)	Perubahn über die Anden	Rigi (ältere) Zahn-stangen-Bahn
Ausgangsstation	Payerbach	Bozen	Ponte-Decimo	Omaha	Callao	Vitznau
Endstation	Mürz-zuschlag	Innsbruck	Bussala	San.-Francisco	Oroya	Rigi-Kulm
Bahnlänge in Kilometern	31,340	125,239	10,480	3073,0	219,90	5,34
Höchster Bahnpunkt über dem Meere in Metern	881,536	1367,05	361,190	2507,10	4769,0	1800,0
Maximalsteigung	$^1/_{40}$	$^1/_{40}$	$^1/_{29}$	$^1/_{60}$	$^1/_{20}$	$^1/_4$

1) Nach von Engerth (in dessen Werke „die Locomotive der Staats-Eisenbahn über den Semmering," besonders abgedruckt aus der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1853 und 1854) und zwar nach den Maassen der Profilkarte, hat die Bahn überhaupt 83 Curven, worunter 23 von 100 Klaftern = 600 Wiener Fuss = 189,66 Meter Krümmungshalbmesser, mit einer Gesammtlänge von 5964 Meter. Ueberhaupt aber liegen 15888 Meter Bahn in Curven und dazwischen 15452 Meter in Geraden, so dass von der ganzen currenten Bahnlänge, welche 31340 Meter beträgt, beinahe die Hälfte auf Curven kommt.

2) Vollständig abgedruckt findet sich dies officielle Programm in der Eisenbahnzeitung vom 28. April 1850, S. 74 und vom 5. Mai 1850, S. 79.

Verhältnisse in der untenstehenden Tabelle [1]) (in Wiener Maassen) zusammengestellt sind, wobei bemerkt werden mag, dass die Maschine „Bavaria“ (von Maffei in München) den ersten Preis erhielt, die Maschine „Neustadt“ (von Günther in Wiener-Neustadt) den zweiten, die „Seraing“ (Gesellschaft Cockerill in Seraing bei Lüttich) den dritten, und die Maschine „Vindobona“ (Wien-Gloggnitzer-Eisenbahn-Maschinenfabrik) den vierten Preis empfing.

Leider führte eine nähere Prüfung aller dieser Locomotiven zu der Befürchtung, dass keine derselben dauernd einem regelmässigen Betriebe auf der so schwierigen Bahn genügen würde, indem sie alle theils mit bereits bekannten, theils mit gewagten oder doch nicht gehörig erprobten Constructionen versehen waren.

---

1) Tabelle der Hauptverhältnisse der Semmering-Preis-Locomotiven.

Name der Locomotive.	Kolbendurchmesser.	Kolbenhub.	Triebraddurchmesser.	Feuerkastenfläche.	Röhrenzahl und Fläche derselben.	Totalheizung.	Rostfläche.	Grösste Achsenentfernung.	Gewicht der gefüllten Locomotive.	Bemerkungen.
	Zoll	Zoll	Fss.	Q.-F.		Q.-F.	Q.-F.	Fuss	Ctr.	
Bavaria	19,3	29	3,4	209	229 St. mit 1468 Q.-F.	1577	23	34,75	880	Zwei Aussencylinder, achträdrige Maschine, sechsrädriger Tender. Die Maschine mit vierrädrigem Truck. Kettenkuppelungen f. Maschinen- wie Tenderräder.
Neustadt	12,5	24	3,5	83	180 St. mit 1670 Q.-F.	1753	17	25,78	1146	Vier Aussencylinder. Ueberhaupt zwei vierrädrige Maschinen unter einem Kessel, Tender-Maschine.
Seraing	15,5	27	3,3	140	340 St mit 1572 Q.-F.	1712	22	25,96	989	Vier Inside-Cylinder. Zwei mit ihren Feuerkasten verbundene Locomotiven. Vier Räderpaare, je zwei Paare im beweglichen Untergestell.
Vindobona	16,5	22	3,0	161	286 St. mit 1435 Q.-F.	1596	14,5	15,0	842	Zwei Aussencylinder. Vier Paar durch Stangen gekuppelte Räder, drei Paare zwischen Dampfcylinder und Feuerkiste, ein Paar hinter der letzteren.

Ausführlich und mit Abbildungen begleitet wird in einer mit „Eisenbahn über den Semmering“ beschriebenen Reihe von Aufsätzen über diese Maschinen berichtet in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1851, S. 162, und in Heusinger's Organ, Bd. 7, Jahrgang 1852, S. 68 und 85.

Nach den stattgehabten Fahrten mit den Concurslocomotiven wurden von vielen Ingenieuren noch manche, mitunter sehr scharfsinnige Constructionen für Semmering-Locomotiven projectirt und der österreichischen Regierung eingesandt. Unter diesen Projecten befanden sich vier-, sechs- und achträdrige Locomotiven von Maffei, eine achträdrige Tender-Maschine mit zwei Drehgestellen und vier Cylindern (an jedem Ende zwei) von Cockerill, eine ebenfalls achträdrige Berglocomotive ohne verstellbare Achsen und eine zwölfrädrige Tender-Maschine mit beweglichem Untergestell und Anwendung von Zahnrädern vom Ingenieur Tourasse in Paris, ferner eine achträdrige Locomotive mit verschiebbaren Achsen von der Maschinenfabrik Esslingen, eine doppelte Tender-Maschine von Heusinger von Waldegg (bestehend aus zwei einfachen vierrädrigen, gekuppelten Locomotiven, welche mit ihren hinteren Enden durch einen Bolzen verbunden waren, der zugleich den Drehzapfen für ein bewegliches Untergestell bildete) und endlich zwei Projecte aus Hannover, nämlich eine achträdrige Tender-Locomotive mit eigenthümlicher Blindachse vom königlichen Maschinendirector Kirchweger und eine sechsrädrige Berglocomotive vom Oberingenieur Krauss der G. Egestorff'schen Maschinenfabrik. Indem wir des Raummangels wegen hinsichtlich specieller Beschreibung aller dieser Projecte auf die unten citirten und mit Abbildungen begleiteten Schriften [1]) verweisen, widmen wir den Projecten von Kirchweger und Krauss, ihrer besonderen Eigenthümlichkeiten und des Umstandes wegen, dass deren Ideen noch später anderwärts benutzt wurden, einige Bemerkungen.

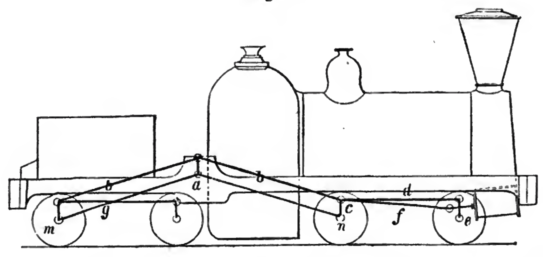
Die Kirchweger'sche Maschine, ein sehr sinnreiches, in allen Theilen durchdachtes Project, war der Hauptsache nach folgendermaassen angeordnet, wozu wir überdies die Skizze Fig. 315 benutzen. Sowohl Maschine wie Tender laufen beide auf vier Rädern, die jedoch alle acht zum Aufgreifen mit einander verkuppelt sind, so dass das Gewicht des ganzen Baues (880 Ctnr.) zur Adhäsion benutzt wird. Die Uebertragung der Bewegung vom vorderen Radgestelle *cdef* auf das hintere *g* wird durch eine räderlose vorgelegte Achse *a* (Kuppelachse oder Blindachse) und durch die Kuppelstangen *bb* vermittelt. Die Blindachse *a* lässt hierbei Bewegungen in verticaler Ebene zu und unterscheidet sich durch letztere Eigenschaft von dem festen, blos zum Vorgelege dienenden „vibratory shaft" Crampton's[2]). *am* und *an* sind Sperrstangen, welche die Lager der Achsen von *a*, *m* und *n* als Punkte eines gleichschenkligen

1) Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1853, S. 8, 164—249 und Jahrgang 1854, S. 57, 145 u. 185. — Wilhelm Engerth, k. k. Rath u. s. w.: Die Locomotive der Staats-Eisenbahn über den Semmering, Wien 1854, bei Gerold & Sohn. Dies Werk ist mit einem Atlas von 13 Kupfertafeln und einem lithographischen Längenprofile der Semmeringbahn begleitet. — Recht vollständig wird über die Semmering-Preis-Locomotiven in Heusinger's Organ etc., Jahrgang 1852, S. 68—114 berichtet. In dieser Quelle findet sich auch die Locomotive „Wiener-Neustadt" (von Günther daselbst erbaut) ausführlich besprochen und durch Abbildungen erläutert. In dem citirten grossen Engerth-schen Werke wird der Günther'schen Maschine nur sehr kurz (wohl zu flüchtig gedacht). Auch Couche liefert a. a. O., Vol. II, p. 76 eine schöne Abbildung.

2) Patent Specification Nr. 11760 vom 18. December 1847.

Dreiecks erhalten müssen. Während der Bewegung der Maschine durch eine Curve muss die vorgelegte Achse *a* und mit ihr die Kuppelstangen *b* entsprechend eingestellt werden können, wozu durch die Sperrstangen *am* und *an*

Fig. 315.



die Lager der Blindachse ihren Ort derartig verändern, dass sich die Rädersysteme verschieben und auf der anderen Seite von einander entfernen können, wie dies beim Durchlaufen einer Curve erforderlich wird.

Fig. 316.

Das vierrädrige Hinter- oder Tender-Gestell wird durch einen an der Unterkante der Feuerkiste angebrachten Drehbolzen geführt, alle Kuppelstangen sind mit Kugelzapfen versehen u. d. m., auf welche für den Constructeur höchst werthvolle Details leider hier nicht eingegangen werden kann, sondern auf unsere Quelle verwiesen werden muss [1]).

Das Project des Ober-Ingenieurs Krauss, Fig. 316, erinnert zunächst an Vignole's bereits vor Eröffnung der Liverpool-Manchester-Bahn in Anregung gebrachte Ideen [2]), nämlich eine dritte Schiene *a* in der Bahnmitte anzuwenden, gegen welche Frictionsrollen *b* gepresst werden, um das Befahren bedeutend ansteigender Bahnstrecken zu ermöglichen. Krauss' Neuheit liegt jedoch hauptsächlich darin, dass er das relative Gewicht der fortzuschaffenden Last auf der schiefen Ebene zur Druckvermehrung der Frictionsrollen *bb* gegen die Mittelschiene nutzbar macht, sowie ferner in mehreren damit zusammenhängenden Constructionsanordnungen, in Hinsicht welcher wir auf die nachher angegebenen Schriften verweisen müssen. Es werde deshalb nur darauf aufmerksam gemacht, dass *ff* die beiden äusseren Betriebsdampfcylinder der Ma-

---

1) Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrg. 1853, S. 225.

2) Man sehe deshalb oben S. 325, Note 1.

schine sind, welche auf horizontalen oder wenig ansteigenden Bahnstrecken allein arbeiten, ferner, dass *dd* die beiden inneren Cylinder bezeichnen, welche auf zwei verticale Kurbelachsen *cc* wirken und so das Umdrehen der Frictionsrollen *b b* für den Fortlauf der Maschine veranlassen, während die Rollen *b b*, wie schon oben bemerkt, durch die anhängende Last an die Mittelschienen gedrückt werden können.

Die Entlastung und Auslösung der stehenden Achsen *c c* (beim Passiren von Ausweichungen, bei der Ankunft auf Stationen und auf ebenen Bahnstrecken), wird vom Stande des Führers aus durch einfache Mechanismen bewirkt [1]).

Bemerkt zu werden verdient, dass später (1863) der Engländer Fell (zu Sparkbridge in Lancashire) dies Krauss'sche Project, das relative Gewicht der fortzuschaffenden Last nutzbar zu machen, zur Ausführung brachte und zwar zuerst (versuchsweise) in England unweit Manchester für eine Rampe von circa $1/_{12}$ Ansteigung, sodann aber (1865) in ausgedehnterer Weise, zum Befahren einer provisorischen Bahn über den Mont-Cenis, mit Steigungen bis zu $\frac{1}{12,5}$, die den Verkehr ausserhalb des Tunnels (durch den Col de Frejus) zwischen Modane und Susa so lange vermitteln sollte, bis der Durchschlag erfolgt war [2]) und die Tunnelbahn eröffnet werden konnte. Leider hat sich gerade durch diese provisorische Mont-Cenis-Bahn, die Unzweckmässigkeit des ganzen Systemes (in technischer wie finanzieller Hinsicht) herausgestellt, obwohl Fell selbst nachher dasselbe nicht ganz aufgegeben, sondern es noch einmal in Brasilien (Cantagallo) zur Ausführung gebracht hat [3]).

Nachdem schliesslich auch diese sämmtlichen Projecte für die Construction einer Berglocomotive für die Semmering-Eisenbahnstrecke nicht als geeignet erkannt worden waren, wurde sogar

---

1) In Heusinger's Organ, Jahrgang 1853, S. 1 u. s. w. beschreibt Herr Krauss sein Project ausführlich unter Beigabe von Zeichnungen auf Tafel 1 und 2. Der von Krauss bei seiner Locomotive angewandte Kessel (ein sogenannter Doppelkessel) besteht aus zwei über einander liegenden Theilen, welcher schon früher (1850) von Kessler in Karlsruhe (nach Anderen auch von Fairbairn in Manchester) in Anwendung gebracht wurde. Der Verfasser hat in dem von ihm verfassten Artikel „Eisenbahnen" des Handbuches der Gewerbkunde von Karmarsch und Heeren, 2. Auflage, S. 670, eine mit solchem Kessel versehene Locomotive der hannoverschen Bahnen beschrieben.

2) Am 25. December 1870.

3) Am ausführlichsten (mit sehr guten Zeichnungen der benutzten Locomotiven) behandelt das Fell'sche Eisenbahn-Transportsystem Couche in seinem Werke „Voie matériel roulant etc." Tome II, (1870) p. 705 bis mit p. 722. Von §. 433 an, wird daselbst auch über die brasilianische Bahn unter der Ueberschrift „Nouvelle machine système Fell" berichtet. — Fernere Mittheilungen macht Goschler im dritten Bande seines bereits wiederholt citirten Werkes „Traité pratique etc. des chemins de fer", p. 101 etc. — Endlich berichtet hierüber auch Petzhold in Heusinger v. Waldegg's Handbuche der speciellen Eisenbahntechnik, Bd. III, S. 974 etc.

die Frage erörtert, ob es nicht zweckmässiger sei, statt der Einführung eines neuen immer erst zu erprobenden Locomotivensystemes die auf den übrigen, theilweise mit scharfen Curven versehenen österreichischen Staatsbahnen bereits bewährten Lastzugslocomotiven (vier Triebräder und vier Laufräder im drehbaren Truck-Gestell) [1]) auch für den Semmering zu verwenden. Indess fand man bald, dass, obgleich doch diese Maschinen incl. Tender 860 Ctnr. oder 47,4 englische Tonnen wogen, doch nur 335 Ctnr. oder 18,5 englische Tonnen, also circa 39 Proc. als Adhäsionsgewicht benutzt werden, eine gössere Belastung der Triebräder aber nicht räthlich erschien und daher der zu lösenden Aufgabe nicht entsprochen wurde, welche verlangte, dass man die schärfsten Curven eben so leicht wie die gerade Bahn befahre und doch das Gesammtgewicht von Maschine und Tender als Adhäsionsbelastung benutzen könne.

Mit Zuziehung aller gemachten Erfahrungen versuchte nunmehr der Rath Engerth das Entwerfen einer geeigneten Berglocomotive, bei welcher nur bereits erprobte Constructionen, wenn auch in anderer Combination, zur Anwendung kommen sollten.

Die hiernach entstandenen Locomotiven, unter dem Namen Tender-Lastzug-Locomotiven, „System Engerth“ [2]) bekannt, bestehen der Hauptsache nach (Fig. 317 und 318) aus einer dreiachsigen Locomotive mit Aussencylindern, deren sechs gekuppelte Räder *aa* (von 3½ Fuss Durchmesser) zwischen Feuerkiste *C* und Rauchkiste *G* placirt und so eng gestellt sind, dass die ganze Radbasis (in unserem speciellen Falle) nur 7 Fuss 3 Zoll (2,291 Meter) beträgt. Von den gewöhnlichen Lastzugsmaschinen weicht diese Locomotive dadurch ab,

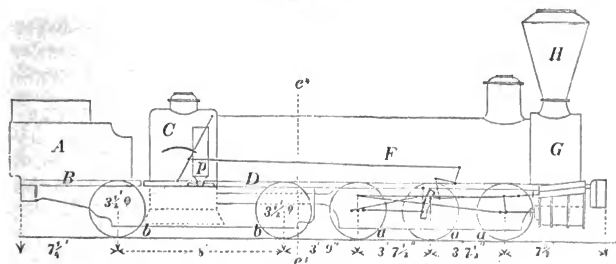
---

1) Mit zwei vierfüssigen Triebrädern unmittelbar vor der Feuerkiste ausgestattete Norris-Maschinen mit Cylindern von 15⅓ Zoll (österreichisch) Durchmesser, 22 Zoll Kolbenhub, 1000 Quadratfuss Feuerfläche. Diese Maschinen von 515 österreichischen Ctnr. = 28,4 englische Tonnen Gewicht zogen auf der Horizontale 11000 Ctnr. = 606,0 englische Tonnen, wobei der gefüllte Tender 345 Ctnr. = 19,0 Tonnen wog, mit einer Geschwindigkeit von 3 österreichischen Meilen = 14,142 englische Meilen pro Stunde, so dass ihre Arbeitsleistung = 653,82 . 14,142 = 9234,7 Meilen-Tonnen betrug. Abbildungen und specielle Beschreibung dieser Maschinen finden sich in Heusinger's Organ, Bd. 8, S. 249, Tafel 17, 18 und 19.

2) Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1854, S. 146 u. s. w. Eine ausführliche vom Rathe Engerth selbst verfasste, und mit drei Tafeln Abbildungen begleitete Abhandlung, welche die Ueberschrift trägt: „Construction der für den Betrieb der Semmeringbahn als geeignet angenommenen zehnrädrigen Tender-Lastzugs-Locomotiven.“

dass der Kessel nach rückwärts so weit verlängert ist, dass ein Theil desselben mit der Feuerkiste C vollständig überhängt und demnach besonders gestützt werden muss. Letzteres wird nun mit Hülfe des zugehörigen Tenders A und

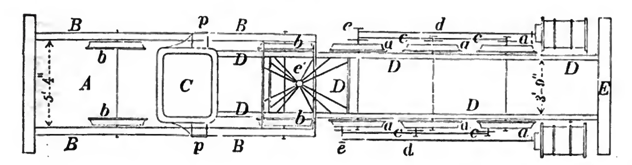
Fig. 317.



zwar dadurch bewirkt, dass der Aussenrahmen B des Tenders den Hintertheil der Maschine zwischen sich nimmt (Fig. 318) und dieser Theil mittelst zweier an der Feuerkiste befestigten zapfenförmigen Stützen p auf dem Tendergestelle ruht.

Die Zapfen dieser Stützen sind kugelförmig und ruhen in concentrischen Gussstahllagern, welche letztere sich in bogenförmigen Schleifplatten derartig

Fig. 318.



verschieben können, dass eine den schärfsten Curven von 70 Klafter (420 Fuss = 132,72 Meter) Krümmungshalbmesser entsprechende Lagenverschiebung der Feuerkiste möglich wird.

Von den zwei Achsen des Tenders kommt hierdurch die eine mit ihrem Räderpaare b vor die Feuerkiste C zu liegen, wie dies hinlänglich aus den Abbildungen erhellt.

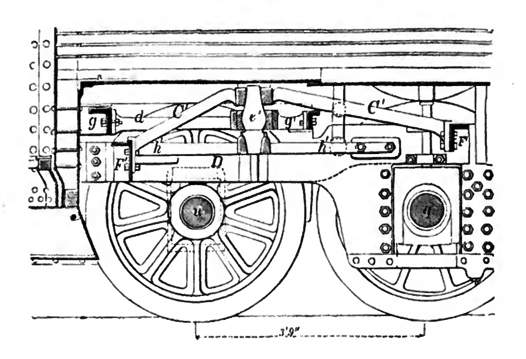
Die erforderliche Verbindung (Kuppelung) in der Zugrichtung zwischen Locomotive und Tender ist so zu Stande gebracht, dass sich beide gegen einander verstellen und in Bahnkrümmungen ungezwungen laufen können. Zum Verstehen der hierzu getroffenen Anordnungen werden die (im grösseren Maassstabe gezeichneten) Fig. 319 und 320 dienen.

Zuvörderst werde bemerkt, dass in Fig. 319 die hintere Achse der Locomotive mit p und die vordere des Tenders mit u bezeichnet wurde, dass ferner F^1 derjenige Theil des Locomotivrahmens ist, an welchem man die Feuerkiste befestigte, während g^1 der Querrahmen des Tenders ist, welcher über den

Theil F^{1} des Locomotivrahmens so hoch weggeht, dass zwischen beiden ein hinlänglich freier Spielraum verbleibt.

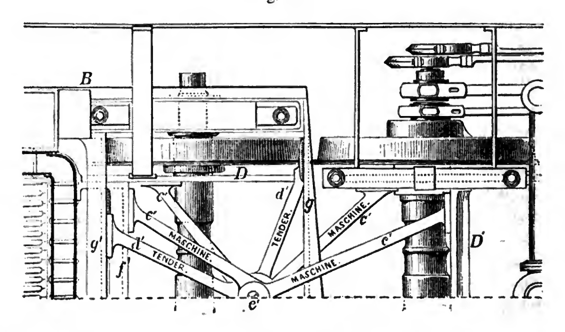
Der Kuppel- und Drehbolzen für Tender und Maschine e^{1} ruht zunächst auf festen Stegen h^{1}, welche mit dem Maschinenrahmen in geeigneter Weise

Fig. 319.



verbunden sind. Sodann wird dieser Bolzen oder Zapfen e^{1} von zwei Kreuzverstrebungssystemen umfasst und gehalten, wovon das eine mit dem Maschinen-, das andere mit dem Tenderrahmen in Verbindung steht. Die betreffenden Vereinigungsarme mit dem Locomotivrahmen $F^{1} D D^{1}$ (besonders in Fig. 320

Fig. 320.



sichtbar) sind mit $c^{1} c^{1} c^{1} c^{1}$, und die Arme, welche die Vereinigung mit den Querstegen $g^{1} g^{1}$ des Tenderrahmens bewirken, mit $d^{1} d^{1}$ bezeichnet. Der mittlere, kugelförmige Theil des Zapfens e^{1} liegt dabei in einem stählernen Zwischenstücke, welches, aus zwei Theilen bestehend, sich einerseits an die Kugelform des Zapfens anlegt, andererseits cylindrisch in dem Auge der Kreuz-

streben d' des Tenderrahmens eingepasst ist. Hierdurch hat man erreicht, dass sich der Zapfen e' mit dem Locomotivrahmen und dem eingesetzten, den kugelförmigen Theil umschliessenden Zwischenstück circa 9 Linien auf und ab bewegen kann.

Bei günstigem Wetter (gutem Zustande der Bahnschienen) war das 702 Ctnr. (oder 38,68 englische Tonnen) betragende Gewicht der Locomotive allein [1]) hinreichend, selbst Züge von 3000 Ctnr. (oder 165,30 englischen Tonnen) auf der Steigung von $^1/_{40}$ fortzuschaffen, während bei ungünstiger Witterung, wo der Adhäsionscoefficient bis auf $^1/_{10}$ und weniger herabsinkt, die Maschinen nicht im Stande waren, Lasten von 2000 Ctnr. über die Steigungen von $^1/_{40}$ zu bringen [2]). Man bemühte sich daher ein geeignetes Mittel zu finden, das Gewicht des Tenders mit zum Aufgreifen nutzbar zu machen, d. h. eine geeignete Kuppelungsart zu finden, wodurch die Kraft der Dampfmaschinen mit zum Umdrehen der Tenderräder ebenso verwandt werden konnte, wie dies bei den Locomotivrädern der Fall war. Da sich hierzu die (schon von Stephenson S. 319 angewandte) Kettenkuppelung der „Bavaria" (S. 370) nicht bewährt hatte, so stellte man eine Zahnradkuppelung her und zwar in der Art, dass auf die hinterste Achse der Locomotive und auf die vorderste des Tenders Räder mit Gussstahlzähnen befestigt wurden, welche in ein drittes gleich grosses Zahnrad fassten, was auf einer verschiebbaren, zwischen den beiden Achsen p und u (Fig. 319) gelagerten (Vorgeleg-) Welle angebracht war [3]).

---

1) Bei sämmtlichen ersten Locomotiven des Engerth'schen Systemes für die Semmeringbahn, welche die Fabriken in Esslingen und Seraing lieferten (Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1854, S. 159), war das ganze Gewicht von 1002 Ctnr. der mit Wasser und Brennmaterial ausgerüsteten Locomotive, wie folgt, vertheilt:

Auf die drei Maschinenachsen *aaa*	Vorderachse	245,5 Ctnr.	Auf die beiden Tenderachsen *bb*	Vorderachse	145 Ctnr.
	Mittelachse	223,0 „		Hinterachse	155 „
	Hinterachse	233,5 „			
		702,0 Ctnr.			300 Ctnr.

Ausserdem hatten die Cylinder 18 Zoll Durchmesser, die Kolben 24 Zoll Hub. Die Zahl der Feuerröhren (von 2 Zoll äusserem Durchmesser) betrug 189, deren Heizfläche 1482 Quadratfuss, während die Feuerkiste 72 Quadratfuss Heizfläche hatte und mithin an totaler Heizfläche 1552 Quadratfuss vorhanden waren. Die Rostflächengrösse war zu $11^3/_4$ Quadratfuss bemessen (Es ist wohl kaum nöthig zu erwähnen, dass diese sämmtlichen Maasse und Gewichte österreichisch sind, und dass 1 Wiener Fuss = 0,316 Meter und 1 Wiener Ctnr. = 56 Kilogramm ist.)

2) Nach Angaben eines Ingenieurs Röslerstamm, im Jahrgange 1861, S. 50 der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, beträgt das Bruttolastgewicht, welches man über die schwierigen Stellen der Semmeringbahn zu ziehen vermag:
bei schlechtem Wetter 3,5 mal soviel als das Adhäsionsgewicht der Maschine
„ gutem „ 5,5 „ „ „ „ „ „ „

3) Specielle mit Abbildungen begleitete Angaben über diese Zahnradkuppelung findet man in der bereits citirten Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrgange 1854, Bd. 6, S. 187, Blatt 17.

Leider hat sich auch diese Kuppelungsmethode nicht bewährt, obgleich man bis zum Jahre 1858 die Bemühungen fortgesetzt hat, dieselbe brauchbar zu machen [1]).

Später hat man sich dadurch geholfen [2]), dass man das vordere Tenderräderpaar in den steifen Rahmen der Maschine aufnahm, dieser nun vierten Maschinenachse aber eine Seitenverschiebung von 9 Linien gab und die Kuppelung mit den übrigen Maschinenachsen durch Lenkstangen mit Kugelgelenken herstellte [3]).

Nach diesen Erfahrungen durfte es nicht auffallen, wenn trotz des von Engerth erreichten kürzeren Achsstandes von 7

---

1) Man sehe hierüber die Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins Jahrgang 23 (1861), S. 49. Auch in Heusinger's Organ, Neue Folge, 1866, S. 70.

2) Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins 1861, S. 52. Heusinger's Organ, Neue Folge, 1866, S. 70.

3) Im Jahre 1853 wurden mit der Maschine „Kapellen" des Engerth'schen Systems, welche die Esslinger Fabrik lieferte, zwischen den Stationen Payerbach und Eichberg sorgfältige Versuche angestellt, worüber man im Jahrgang 1853 S. 244 der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins Bericht erstattete (auch in Heusinger's Organ, Bd. 8, S. 273 zu finden). Die gedachte Bahnstrecke hat eine mittlere Ansteigung von $^1/_{46}$ (nämlich auf 1772 Klafter Länge $^1/_{40}$, auf 572 Klafter Länge $^1/_{45}$ und auf 760 Klafter verschiedene günstigere Gefälle von $^1/_{100}$, $^1/_{400}$, sowie auf einer kurzen Strecke ganz horizontale Bahn). Der mittlere Krümmungshalbmesser (zehn Mal 150 Klafter, drei Mal 100 und ein Mal 200 Klafter) ist genau genug zu 150 Klafter oder 900 Fuss anzunehmen. Mit den 700 Ctnr., welche auf den 6 Locomotivrädern als Adhäsionskraft ruhten, wurden u. A. 2820 Ctnr. mit einer Geschwindigkeit von 1,4 österreichischen Meilen oder 6,60 englischen Meilen pro Stunde gefördert. Die Gesammtlast, welche die Locomotive zog, betrug daher (einschliesslich Tender und Locomotive) 3820 Ctnr. = 210,5 englische Tonnen. Letzteres Gewicht auf die horizontale und völlig gerade Bahnstrecke reducirt, erhöht sich auf 1865 Tonnen, wonach die correspondirende Leistung der Maschine „Kapellen" 1865 . 6,6 = 10309 Meilen-Tonnen betragen haben würde. Interessant ist der Vergleich dieser Leistung mit derjenigen der Esslinger Locomotiven der Würtembergischen Alpbahn (nach Heusinger's Organ Bd. 6, S. 21). Sechs gekuppelte Räder zwischen Feuer- und Rauchkiste bei einem Gewichte von 669 Ctnr. oder 33,45 Tonnen. Diese Maschinen sollten unter allen Umständen 100 Tonnen Last nebst einem Tender von 334 Ctnr. oder 16,70 Tonnen auf eine continuirliche Steigung von $^1/_{45}$ mit Curven von 900 Fuss Radius und zwar mit einer Geschwindigkeit von 1000 Fuss pro Minute ziehen (die 18000 Fuss lange Steigung in 18 Minuten). Reducirt man das Totalgewicht 150,15 Tonnen eines solchen Zuges wieder auf die horizontale und gerade Linie, so erhält man als fortgebrachte Last 1145 Tonnen. Wäre daher die Fahrgeschwindigkeit von $16^2/_3$ Fuss pro Secunde oder 11,35 englischen Meilen pro Stunde richtig (?) angegeben, so würde man als Leistung erhalten:

$$1145 \times 11{,}35 = 12996 \text{ Meilen-Tonnen (?)}.$$

Fuss 3 Zoll an anderen Orten die Bemühungen um die Herstellung möglichst vortheilhafter Gebirgslocomotiven fortgesetzt wurden [1]).

Auch Robert Stephenson betheiligte sich an der Lösung der Aufgabe, indem es Thatsache ist, dass die Locomotiven, welche bis fast zur Gegenwart zum Befahren einer der steilsten aller Bahnstrecken auf dem europäischen Festlande, der schiefen Ebene „dei Giovi“ in der Turin-Genua-Bahn, dienten, von Robert Stephenson abstammen.

Bekanntlich durchbricht diese Bahn, zwischen der Po-Ebene und dem mittelländischen Meere, die Kette der ligurischen Apenninen fast rechtwinklig und erfordert zwischen den Stationen Pontedecimo und Busalla, auf $9\frac{1}{2}$ Kilometer Länge, Steigungen bis zu $\frac{1}{28,57}$ zu überwinden [2]).

Nach Stephenson wurden zum Betriebe dieser Strecke sogenannte Zwillingsmaschinen in Anwendung gebracht. Es sind dies, wie Fig. 321 erkennen lässt, zwei gewöhnliche vierrädrige Tender-Locomotiven mit gegeneinander gestellten Feuerkisten, die auch daselbst durch Drehbolzen verbunden

---

1) Schneider in Creuzot dürfte wohl als der Erste zu bezeichnen sein, welcher für die französischen Nord- und Ostbahnen, von 1856 ab, sogenannte modificirte Engerth'sche Lastzugsmaschinen erbaute. Abbildungen einer dieser Maschinen liefert u. A. Clark in „Colburn's Locomotive Engineering“ (Ausgabe von 1871) p. 87. Die Stützung des überhängenden Maschinengewichtes durch den Tender war hierbei (also auch das Tendermaschinenprincip) aufgegeben. Das Einschieben einer vierten Achse (Maschinenachse) vor der Feuerkiste, statt der Tenderachse, stellte die Maschine lediglich auf ihre acht gekuppelten Räder. Man sehe auch deshalb Couche „Examen et transformation des machines du Système Engerth, à huit roues accouplées“ in den Annales des Mines, V. Serie, Tome XVI (1859), p. 141.

2) Genauer:

Auf 4 Kilom. 21 bis 28 Millim. pro Meter, oder von $\frac{1}{47,6}$ bis $\frac{1}{37,1}$

„ $2\frac{1}{2}$ „ (Giovi) 35 „ „ „ „ $\frac{1}{28,57}$

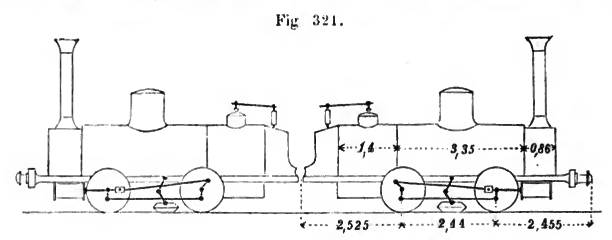
„ 3 „ (im Tunnel) 28 „ „ „ „ $\frac{1}{37,1}$

Man sehe überhaupt über diese interessante Bahn und deren Betrieb folgende Zeitschriften: Couche, Annales des ponts et chaussées Tome XV (1858), p. 207; von Weber, Förster's Bauzeitung 1858, S. 79; Heusinger von Waldegg, Organ u. s. w., Bd. 14, S. 205; Rühlmann, Mittheilungen des Gewerbe-Vereins für das Königreich Hannover, Jahrgang 1860, S. 271.

sind. Die vier Räder jeder Maschine sind paarweise durch Stangen gekuppelt [1]).

Der geringe Radstand von 2,40 Meter gewährte den Vortheil, scharfe Curven mit Leichtigkeit durchlaufen zu können, noch davon abgesehen, dass

Fig 321.



das ganze Gewicht der Maschinen als Adhäsionsgewicht nutzbar gemacht wurde. Das Totalgewicht beider Locomotiven zusammengenommen betrug:

$$54\,000 \text{ Kilogramm oder } \frac{54}{1,016} = 53,14 \text{ englische Tonnen.}$$

Zuweilen benutzte man auch jede Locomotive für sich allein, wenn Züge von sehr geringem Gewichte zu transportiren waren.

Als der Verfasser diese interessante Bahnstrecke im August 1860 zuerst besuchte, wurde versichert, dass man mit den beiden vorgespannten Locomotiven Züge von 70 bis 90 Tonnen Gewicht, je nach dem Zustande der Schienen, mit einer Geschwindigkeit von 20 Kilometer $\left(= \frac{20000}{1609} = 12,43 \text{ englische Meilen}\right)$ pro Stunde, auf der steilsten Stelle transportire.

Später sollte sich jedoch herausgestellt haben, dass derartige Berglocomotiven ebenfalls mit Mängeln behaftet sind [2]), wohin namentlich der bedeutende Verbrauch an Radbandagen (Tyres) und die nichts weniger als ökonomische Verbrennung in dem verhältnissmässig kleinen Kessel mit gehörte [3]).

Man bestrebte sich daher eine Zeit lang, diese Doppel- (Zwillings-) Maschinen durch dreiachsige Locomotiven nach der Construction des französischen Ingenieurs Beugniot, modificirte Engerth-Maschinen mit Schlepptender (auf welche wir nachher zurückkommen) zu ersetzen, allein man musste später die Erfahrung machen, dass diese zur Verbesserung der Betriebsbilanzen nur

1) Diese Maschinen wurden zu Seraing im Cockerill'schen Etablissement gebaut und finden sich schöne Abbildungen in dem Portefeuille de John Cockerill, Tome 1, p. 395, Pl. 51. Jeder der aussenliegenden Dampfcylinder hatte 0,356 Meter Durchmesser und die Kolben 0m,560 Hub. Die Räder hatten 1,068 Meter Durchmesser u. s. w.

2) Bulletin de la société industr. de Mulhouse, Tome 30 (1859), p. 387 und daraus in Heusinger's Organ, Jahrgang 16 (1871), S. 96.

3) Ueber die Vortheile und Nachtheile derartiger Zwillings-Locomotiven handelt u. A. ein Aufsatz des Ingenieurs Fink in Wien, in Heusinger's Organ, Neue Folge, Bd. 3 (1866), S. 69.

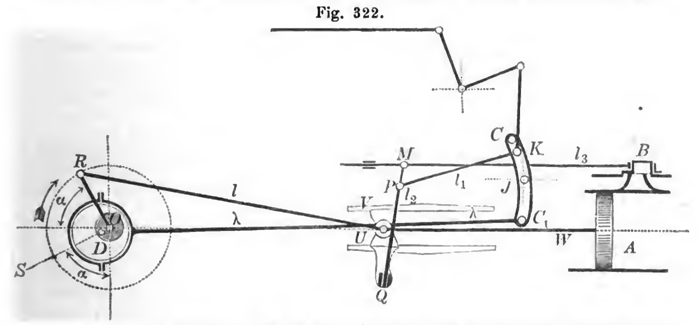
im negativen Sinne beitrugen. Daher benutzt [1] man auch die ursprünglichen Zwillingsmaschinen, sowie auch dreiachsige desselben Systems bis auf den heutigen Tag.

Im Jahre 1854 producirte auf der deutschen Industrieausstellung zu München der strebsame Redacteur des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Herr Heusinger von Waldegg, zuerst das Modell einer Steuerung mit nur einem einzigen Excentrik, die jedoch in Deutschland erst durch Zeuner's Theorie derselben (Die Schiebersteuerungen. Erste Auflage 1859, zweite Auflage 1862) die gebührende Anerkennung erlangten. Zeuner zeigte hier, dass durch diese Steuerung ausser dem Vortheile nur eines Excentriks, ein constantes Voreilen vollständig erreicht wird. Indess erklärte derselbe auch, dass dies constante Voreilen (wie bei der Gooch-Steuerung) zu theuer erkauft werde.

Nachstehende Fig. 322 lässt die Anordnung der Heusinger'schen Steuerung, der Hauptsache nach (für gegenwärtigen Zweck) hinlänglich erkennen.

Das Kreisexcentrik D ist zuerst derartig auf der Triebwelle O festgekeilt, dass der Excentrikhalbmesser OD einen rechten Winkel ROS mit dem

Fig. 322.



Krummzapfen OR bildet. Mittelst der Stange $\lambda\lambda$ fasst dann das Excentrik D in das untere Ende C_1 einer Coulisse CC_1, die um einen festen Punkt J in schwingende Bewegungen versetzt werden kann.

In der Coulisse befindet sich ein verstellbarer Gleit-Klotz oder ein Gleit-Stein K, welcher durch eine Stange l_1 mit dem Punkte P eines einarmigen Hebels oder Stabes QM verbunden ist, welcher letzterer seinen Drehpunkt Q am Kreuzkopfe UV der Dampfmaschine findet, der zugleich eine drehende Büchse bildet, in welcher sich der Stab QM gehörig verschieben kann. Das obere Ende des Hebels MQ ist in entsprechender Weise mit der Stange l_3 des

1) Heusinger, Organ etc., Jahrg. 1870, S. 168 und Couche, Voie Matériel Roulant etc., Tome II, p. 684.

Dampfschiebers *B* in Verbindung gesetzt. Die Bewegung des Hebels (oder des Stabes) *M Q* ist dieser Anordnung zufolge eine ganz eigenthümliche. Das Ende *Q* geht mit der Kolbenstange *W* der Dampfmaschine hin und her, während der Punkt *P* eine andere ebenfalls schwingende Bewegung von der Coulisse aus erhält, wodurch für den Punkt *M* eine solche Bewegung resultirt, dass diese zur Führung des Dampfschiebers *B* geeignet wird. Zur näheren Betrachtung dieser Bewegungen muss man das bereits citirte Zeuner'sche Werk (die Schiebersteuerungen) studiren, worin das Capitel IV vom zweiten Abschitte der Abtheilung I. diesem interessanten Gegenstande gewidmet ist. Dem Verfasser liegt die vierte Auflage (1874) des Zeuner'schen Buches vor, woselbst die Theorie dieser Coulissensteuerung von S. 141 an beginnt.

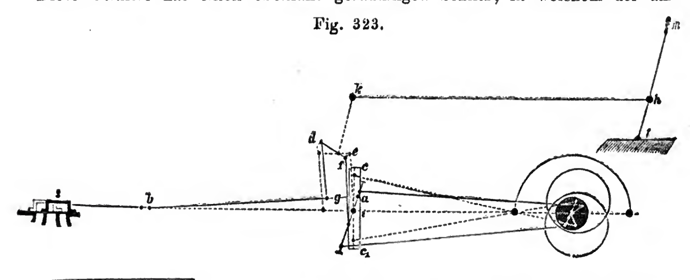
Heusinger's Steuerung mit einem einzigen Excentrik wurde fast gleichzeitig von einem belgischen Ingenieur Walshaert als „System Walshaert" in Ausführung gebracht und demzufolge über die Priorität der Construction viel gestritten. (Organ für Eisenbahnwesen 1866, S. 221 und Handbuch für specielle Eisenbahn-Technik III, S. 463, Note 11). Im III. Bd. des soeben citirten Handbuches spricht S. 1030, Herr von Heusinger selbst, folgendes Urtheil über diese Controverse aus:

„Ingenieur Walshaert in Brüssel hat diese Steuerung fast gleichzeitig und selbständig in etwas abweichender Form construirt und bei vielen Hundert in Belgien ausgeführten Locomotiven seit längerer Zeit in Anwendung gebracht."

Um die Mitte der funfziger Jahre erfand ebenfalls gleichzeitig der schottische Ingenieur Allan und der badische Constructeur Trick eine Steuerung mit gerader Coulisse cc_1 (Fig. 323), die wegen sehr einfacher Herstellungsweise bald sehr beliebt wurde [1]).

Um die Herstellung und Reparatur der Coulisse möglichst leicht bewirken zu können, hat sie Allan geradlinig gemacht, wie cc_1 Fig. 323 erkennen lässt. Diese Coulisse hat einen ebenfalls geradlinigen Schlitz, in welchem der am

Fig. 323.



1) Zuerst beschrieben und abgebildet in den Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers 1856, p. 70, Pl. 55. Nach Zeuner's Angaben „die Schiebersteuerungen", vierte Auflage 1874, S. 118 hat fast gleichzeitig die Steuerung mit gerader Coulisse der Constructeur Trick der Esslinger Locomotivbauanstalt erfunden.

Ende einer (zwischen Schieberstange *bs* und Coulisse eingeschaltet) Lenkstange *ab* sitzende Gleitklotz *a* auf und ab geschoben werden kann.

Die Coulisse cc_1 ist in ihrem todten Punkte *i* mittelst der Hängestange *ie* an einem doppelarmigen Hebel *efd* aufgehangen, dessen Drehpunkt *f* ist. An dem anderen Arme *fd* dieses Hebels hängt ebenfalls mittelst eines Gliedes *gd* die Schubstange *gb*.

Wie der zweiarmige Hebel *dfe* mit dem Steuerhebel (Reversirhebel) *lm* des Maschinisten durch die Zugstange *hk* in Verbindung steht, erhellt ohne Weiteres aus der Abbildung.

Aus dieser Zusammenstellung folgt, dass beim Drehen des Hebels *efd* immer gleichzeitig ein Heben der Coulisse cc_1, ein Senken der Lenkstange *ab* und mit ihr des Gleitklotzes erfolgt, umgekehrt, dass die Coulisse sinkt, wenn der Gleitklotz in derselben steigt.

In letzteren Beziehungen ist Allan's Coulisse gleichsam als eine Combination der Stephenson'schen und Gooch'schen Coulisse zu betrachten. Mit der Stephenson'schen Coulisse hat die Allan'sche die Veränderlichkeit des Voreilens, jedoch in geringerem Grade gemein. So sinnreich diese Steuerung aber auch genannt zu werden verdient, so vortheilhaft sie ferner für tiefe Kessellage sein mag, auch das Gegengewicht für den Reversirhebel entbehrlich macht, so wird sie doch nie allgemein ein Ersatz der Stephenson'schen Coulisse werden, die immer noch die einfachste und deshalb die beliebteste von allen ist [1]).

Vom Jahre 1858 datirt auch das engliche Patent des Amerikaners Levi Bissel [2]) auf einen verbesserten Truck, wobei der Drehbolzen nicht (wie bei der Norris-Locomotive Fig. 293 u. 294) unmittelbar über dem Rädervierecke, in dessen Mitte und unter der Rauchkiste, sondern etwas hinter dem Truck, rückwärts unter dem Kessel angebracht ist. Um die Dampfcylinder besser anordnen zu können, reducirte Bissel nachher die vier Truckräder auf zwei [3]), so dass dann das hierbei nöthige Vordergestell im Grundrisse die Gestalt eines gleichschenkligen Dreiecks hat, in dessen Spitze der Drehbolzen liegt und dessen Grundlinie mit der Radachse zusammenfällt. Ein derartiger Drehwagen ohne Hinterachse hat offenbar den Vortheil, Curven mit viel geringerem Widerstande als ein vierrädriger Truck durchlaufen zu können und überdies vor dem Entgleisen der Maschine zu schützen.

---

1) Reuleaux lieferte bereits im Jahre 1857 (Civilingenieur Bd. 3, S. 93) eine sehr empfehlenswerthe Arbeit „Vergleichung der verschiedenen Locomotivsteuerungen", worin es u. A. auch also heisst:

„Die verschiedenen Arten der Coulissensteuerungen unterscheiden sich hinsichtlich der Güte ihrer Dampfvertheilung, so zu sagen gar nicht von einander, indem man bei gut gewählten Abmessungen für alle eine gleich gute Wirkung der Dampfvertheilung erhalten kann. Man kann deshalb von den verschiedenen Arten in jedem besondern Falle diejenige wählen, die vermöge ihrer constructiven Ausführung gerade die passendste ist".

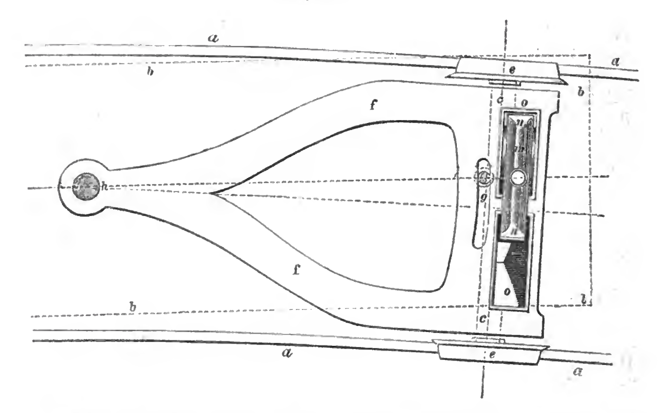
Man sehe über diesen Gegenstand auch Zeuner's „Schiebersteuerungen", Dritte Auflage (1874), S. 137.

2) Patent Specification Nr. 2751 vom 1. December 1858.

3) Patent Specification Nr. 2751 vom 3. März 1858.

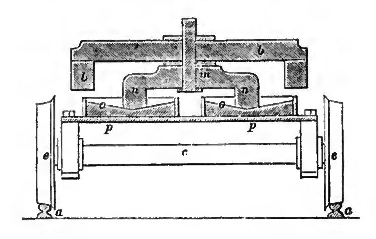
Die Abbildungen Fig. 324 und 325 lassen das Nähere dieses zweirädrigen Bissel'schen Trucks hinlänglich erkennen.

Fig. 324.



Während die Bahnschienen mit *aa*, die Truckräder mit *ee* bezeichnet sind, wird durch das punktirt angegebene Rechteck *bb* der Locomotivrahmen angedeutet. Nach dem Vorbemerkten erkennt man ohne Weiteres in *ff* das dreieckige Truckgestell, dessen Drehbolzen in *h* befindlich ist. Die Achshalter der Räder tragen einen festen Steg *p*, auf welchem zwei Platten *oo* befestigt sind, die aus zwei gegen einander schwach geneigten schiefen Ebenen bestehen. Mit letzteren correspondiren zwei unterwärts keilförmig gestaltete Blöcke oder Backen *nn*, die sich an einem Querriegel *m* befinden, der mit dem Maschinengestelle *bb* durch einen Drehbolzen in Verbindung gebracht ist. Diese Anordnung hat offenbar zur Folge, dass wenn in einer Bahnkrümmung das Truck-Räderpaar *ee* etwas verdreht wird, der auf *m* ruhende Gewichtstheil der Locomotive, mittelst der vorhandenen schiefen Flächen *nn* und *oo* den Parallelismus der Achsen von selbst wieder herstellt, sobald die Locomotive die betreffende Bahncurve durchlaufen hat und auf eine ihr folgende gerade Strecke gelangt ist.

Fig. 325.



In Deutschland war Richard Hartmann in Chemnitz[1]) der Erste,

1) Man sehe deshalb auch Colburn's „Locomotive Engineering“ S. 109.

welcher Gebirgslocomotiven mit verbessertem Bissel'schen Truckgestell für sächsische Bahnen ausführte, woselbst sie zur Befahrung von Curven bis 90 Meter Radius und Steigungen von $^1/_{40}$ mit Vortheil angewandt werden sollen.

Als ein in der Geschichte der Eisenbahnlocomotive nicht unwichtiges Ereigniss nahe dem Ende der fünfziger Jahre ist ferner die Einführung des Giffard'schen Injectors (der Dampfstrahlpumpe) zu beachten, als Ersatz oder zur Ergänzung der sonst gebräuchlichen Kolbenpumpen, um dem Kessel in einfachster Weise auch dann noch das erforderliche Speisewasser zuzuführen, wenn die Locomotive für kürzere oder längere Zeit zum Stillstande gezwungen ist.

Obwohl sich das Princip des Injectors (wenigstens theilweis) auf Venturi's, Nicholson's u. A. Saugwirkungen bei der Bewegung von Flüssigkeiten in entsprechend gestalteten Röhren (S. 323 dieses Bandes, Note 3) zurückführen lässt, und hiernach auch versucht worden ist, Giffard die Priorität der Erfindung streitig zu machen [1]), so ist es doch Thatsache, dass vor Giffard Niemand auf den Gedanken gekommen ist, die lebendige Kraft ausströmender Flüssigkeiten zu benutzen, um damit die Pressung des in einem Dampfkessel selbst unter hohem Drucke befindlichen Wassers derartig zu überwinden, dass eine Speisung des Kessels mit dem zur Dampferzeugung erforderlichen Wasser möglich wird.

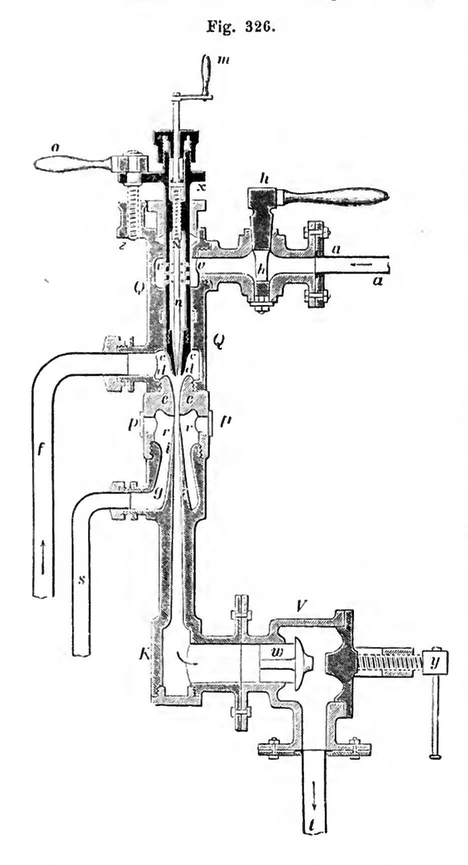
Fig. 326 zeigt den Injector im Verticaldurchschnitte nach der ursprünglich Giffard'schen Angabe (von Flaud in Paris ausgeführt). Das Rohr *a* steht mit dem Dampfraum eines Kessels derartig in Verbindung, dass nach Oeffnen des Hahnes *h* der Wasserdampf ohne Weiteres in das Innere des Apparates gelangen kann. Durch mehrere kleine Oeffnungen im Mantel eines Hohlcylinders *vv* strömt der Dampf in das Innere des letzteren, der übrigens in einen Kegel *cc* mit kreisförmiger Mündung endet. Aus der Mündung *cc* tritt der Dampf in den Raum *dd*, sobald dies nicht durch eine zugespitzte Stange (conischer Pfropfen) *n* verhindert wird. Letztere Stange dient auch dazu, die ringförmige Ausflussöffnung der Mündung *cc* zu vergrössern oder zu verkleinern. Um die hierzu erforderliche Verstellung des Pfropfens *n* leicht ausführen zu können, ist nach oben hin die Stange mit einem Schraubengewinde *x* versehen, dessen unbewegliche Mutter sich im Innern des Cylinders *v* befindet. Durch Umdrehen der Kurbel *m* (am oberen Ende der Stange *n*) lässt sich hiernach die erforderliche Regulirung der aus *cc* strömenden Dampfmenge leicht bewirken. Der untere Theil dieses Dampfrohres wird von einer sogenannten Kammer *dd* umgeben, in welche seitlich ein Rohr *f* mündet und worin das Speisewasser vom Tender der Locomotive aus selbst zufliesst oder aus demselben angesogen wird (je nach der Höhenlage des Tenderwasserraumes).

---

1) Am meisten Ansprüche auf die Priorität der Giffard'schen Erfindung hat seiner Zeit der durch seine Federmanometer bekannte Pariser Mechaniker Bourdon (Bd. 1, S. 205) gemacht. Giffard's englisches Patent datirt übrigens vom 23. Juli 1858. Man sehe deshalb die betreffende Patent-Specification Nr. 1665 desselben Jahres.

Beim Anlassen des Apparates erzeugt das Ausströmen des Dampfes aus der ringförmigen Oeffnung *cc* sowohl in der Kammer *dd*, als auch im Rohre *f* einen luftverdünnten Raum, demzufolge eine saugende Wirkung, ähnlich wie beim Blasrohre (S. 323) der Locomotive entsteht. Das hierdurch aus *f* angesogene Wasser mischt sich bald mit dem Dampfe, condensirt diesen und beide Flüssigkeiten zusammen treten durch die bei *ee* gebildete Verengung in eine ursprünglich ebenfalls mit atmosphärischer Luft gefüllte zweite Kammer *rr*. In letzteren Raum gelangt jedoch nur dasjenige Condensationswasser, welches sich beim Ingangsetzen des Apparates bildet, sowie der Wasserüberschuss, welchen der Apparat bei nicht genauer Regulirung giebt. Bald nach dem Anlassen tritt vielmehr der aus angesaugtem Wasser und condensirtem Dampfe bestehende verhältnissmässig dünne Wasserstrahl mit sehr grosser Geschwindigkeit in ein mehr oder weniger langes conisches (nach unten hin sich erweiterndes) Rohr *ii*, dessen obere Mündung von der Unterfläche der Verengung *ee* um einen Centimeter (oder mehr) absteht und dessen Achse genau die Verlängerung der Achsen des Cylinders *vv* und des Körpers *ee* bildet.

Fig. 326.



Das Rohr *i*, dessen conische Erweiterung nach unten hin zur Wirkung des Apparates durchaus nothwendig ist, steht durch eine Rohrleitung *KVt* mit dem Wasserraume des Dampfkessels in Verbindung, wobei ein Ventil *w* eingeschaltet ist, welches sich nur nach der Kesselrichtung hin öffnet.

Wenn der Apparat nicht in Thätigkeit ist, wird das Ventil *w* durch den Ueberdruck im Kessel über den Druck der atmosphärischen Luft geschlossen, dagegen wenn er arbeitet, geöffnet, weil im Falle der Activität dem im Rohre *ii* ankommenden Wasserstrahle eine grössere lebendige Kraft innewohnt, als die ist, mit welcher das Kesselwasser bestrebt ist, sich durch das geöffnete Ventil in entgegengesetzter Richtung zu bewegen.

Zu bemerken dürfte jetzt noch sein, dass zur Abführung des im Raume *rr* sich ansammelnden Wassers ein Canal *g* und ein Fallrohr *s* vorhanden ist, sowie dass das im Rohre *f* zu liefernde Quantum Speisewasser durch Höher- oder Tieferstellen des Hohlcylinders *vv* entsprechend regulirt wird, was man durch Anordnung einer Schraube erreicht hat, deren Mutter *z* in einem Ansatze oben am Gusskörper *Q* befindlich ist.

Geeignetes Umdrehen der Kurbel *o* bewirkt ohne Weiteres die beabsichtigte Regulirung.

Die Kammer *rr* kann frei mit der atmosphärischen Luft durch Oeffnungen *pp* communiciren, wobei man letztere gewöhnlich dazu benutzt, die combinirten Flüssigkeiten (condensirter Dampf und kaltes Wasser) aus den Mündungen des Körpers *ee* in den Conus *i* übertreten zu sehen, überhaupt den Gang des Apparates zu beobachten.

Der enorme Effect des Injectors ist wesentlich dem Stosse des schnell bewegten Dampfes gegen das langsam (vom Tender der Locomotive aus) herströmende Wasser zuzuschreiben. Die lebendige Kraft, welche durch den Stoss (gegen das unelastische Wasser) verloren geht, ist dabei nur für die mechanische, nicht aber für die ökonomische Wirkung des Apparates verloren, vielmehr wird diese lebendige Kraft in Wärme umgesetzt und trägt zur Erhöhung der Temperatur des geförderten Wassers bei[1]).

Der einzige Verlust an ökonomischer Leistung ist derjenige, welcher durch Wärmeleitung und Strahlung aus den Wandungen des Apparates und zugehöriger Röhre in die Umgebung bedingt wird.

Ungeachtet dieser genannten Tugenden und Vorzüge des Injectors (den Kolbenpumpen gegenüber) ist es doch nothwendig, auf einige Mängel desselben aufmerksam zu machen, die hauptsächlich darin bestehen, dass der Apparat durch in demselben sich bildende Niederschläge (Kesselstein) leicht versagen und überhaupt nicht benutzt werden kann, wenn man vorgewärmtes Wasser zur Kesselspeisung verwendet, dessen Temperatur 40 Grad Celsius (und mehr) beträgt. In dem folgenden Paragraphen wird berichtet, dass durch die jüngsten Verbesserungen der Injectoren letztere Beschränkung beseitigt ist und die Speisung noch vortheilhaft geschehen kann, selbst wenn die Temperatur des Speisewassers nahezu den Siedepunkt erreicht hat.

Es dürfte hier die geeignete Stelle sein, der Vorwärmanordnungen für das Tenderwasser (Kesselspeisewasser der Locomotive) zu gedenken, von denen es eine Zeit lang schien, als wären sie durch Einführung der Injectoren ganz der Geschichte anheimgefallen. So viel uns bewusst, war es im Jahre 1851, wo der Maschinendirector Kirchweger in Hannover, den durch die Maschine

---

1) Grashoff, „Ueber die Theorie von Giffard's Dampfstrahlpumpe". Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. IV (1860), S. 227—234.

verbrauchten Dampf dadurch nutzbar machte, dass er nur so viel Dampf durch das Blasrohr (den Exhaustor) entweichen liess, als zur Herstellung des Luftzuges im Schornstein der Locomotive erforderlich war, während der übrige Dampf zum Vorwärmen des Speisewassers in den Tender der Locomotive zurückgeleitet wurde. Art und Weise der Ausführung dieser Kirchweger'schen Anordnung findet sich beschrieben und abgebildet in Heusinger's Organ, Bd. 7 (1852), S. 1.

Welche Einwände man auch gegen die Nützlichkeit und den Effect dieser Vorwärmanordnung vorzubringen gesucht hat (Chillingworth in Nr. 22 u. 23 der Eisenbahnzeitung vom Jahre 1853 und Welkner „die Locomotive" S. 79), so steht doch die Thatsache der Ersparung an Heizmaterial unbedingt fest. Ueberhaupt wurde die Brauchbarkeit der Kirchweger'schen Vorwärmanordnung auch dadurch ausser Zweifel gesetzt, dass man die Patentirung derselben mehrfach zu umgehen suchte, wohin namentlich die veränderten Constructionen von Ehrhard (Heusinger's Organ, Bd. 10, 1855, S. 95), und von Rohrbeck (Heusinger's Organ, Bd. 10, 1855, S. 122) gehören. In jüngster Zeit wird von ähnlichen Condensationsvorrichtungen bei den unterirdischen Eisenbahnen Londons nützlicher Gebrauch gemacht, weil dort das Ausströmen des verbrauchten Dampfes geradezu untersagt ist[1]). Gegenwärtig gelangt das Kirchweger'sche Vorwärmverfahren überhaupt wieder zur Anerkennung und Verwendung, weil man, wie schon erwähnt, Injectoren zur Speisung von Wasser hoher Temperaturen zu construiren versteht, wie die neuesten Erfahrungen unter Andern bei der Leipzig-Dresdener Eisenbahn und bei den italienischen Staatsbahnen lehren[2]).

§. 23.

Vom letzten Viertel der fünfziger Jahre an bis zur Gegenwart hat die Geschichte der Eisenbahnlocomotiven, im Wesentlichen, eigentliche Epoche machende Ereignisse nicht zu verzeichnen. Indess ist doch Manches geschehen, was Beachtung verdient und was sich zur möglichst raschen Uebersicht und für

---

1) Von der Londoner Polizei ist hier vorgeschrieben, dass diese Locomotiven ihren Rauch verbrennen (Cokes als Heizmaterial verwenden) und keinen Dampt aus dem Blasrohre entweichen lassen, sondern diesen condensiren. Näheres hierüber giebt Morandière in den Mémoires de la Soc. des Ingénieurs-Civils, 1866, p. 251 und 280, mit Abbildungen auf Tafel 60, Fig. 16. Noch speciellere Auskunft giebt Couche in seinem Werke Voie Matériel Roulant, Tome III, p. 286, Pl. II, Fig. 15 und 18. — Die Gelegenheit benutzend, verweist der Verfasser auf einen betreffenden Artikel „Beseitigung des Geräusches, des bei Dampfmaschinen austretenden Dampfes", in den Mittheilungen des hannov. Gewerbe-Vereins, Jahrgang 1860, S. 203.

2) Maschinenmeister Mazza in Turin in der Schrift: Injettore ad acqua calda ad apparecchio Kirchweger. Relazione sul risultati ottenuti colla Locomotiva Adrasto 673. (Torino el 18. Novembre 1876).

gegenwärtigen Zweck in nachbemerkte drei Abtheilungen bringen lässt[1]). Davon umfasst die erste Abtheilung die Mittel und Anordnungen zur möglichst vortheilhaften Verwendung des Brenn-

---

1) Unter den minder wichtigen, aber doch bemerkenswerthen eigenthümlichen Constructionen im Gebiete der Eisenbahnlocomotiven, vom Jahre 1860, dürfte Ramsbottom's (in Crewe) selbstfüllender Tender (Fig. 327) zu erwähnen sein. Mit einem gewöhnlichen Munitionswagen für Wasser *a* und Kohlen a^1 ist nämlich eine gekrümmte Röhre *b c* von rechtwinkligem Querschnitte verbunden, welche aus zwei Theilen *b* und *c* besteht. Der untere Theil *b* (Schaufel, scoop) mit einer Mündung *d* von 2 Zoll Höhe und 10 Zoll Breite lässt sich durch eine Hebel- und Zugstangenanordnung *f* drehen, so dass derselbe vom Stande des Führers aus gehoben und gesenkt werden kann. Auf der Eisenbahn, in der Mitte zwischen den Schienen sind oben offene Tröge *g* von 18 Zoll Breite und 6 Zoll Tiefe gelagert, die man vor Ankunft eines Zuges mit Wasser füllt. Sobald nun bei gehörig schneller Bewegung das herabgelassene Rohrende *b* gegen das ruhig stehende Wasser trifft, wird ein Theil des letzteren zum Aufsteigen im Rohre und zwar zu einer Höhe $= h$ veranlasst, welche der Formel $= \frac{V^2}{2g}$, wo V die Fahrgeschwindigkeit bezeichnet, entsprechen würde, wenn Verluste durch Stoss oder Reibung nicht vorhanden wären. Ramsbottom wurde ursprünglich durch die Anforderung zu dieser eigenthümlichen Wasserversorgung genöthigt, dass die irländische Post (Irish Mail) zwischen London und Holyhead auf der $84^3/_4$ engl. Meilen langen Strecke von Chester nach Holyhead ohne Anhalten in der Zeit von 2 Stunden 5 Minuten fahren sollte und bei schlechtem Wetter auf dieser Strecke bis zu 2400 Gallonen oder 384 Cubikfuss Wasser gebraucht wurden. Die Geschwindigkeit dieser Schnellfahrt von 40,67 englischen Meilen pro Stunde oder 8,82 deutschen Meilen, oder endlich 65,45 Kilometern entspricht fast 60 englischen Fuss (genau $59^2/_3$) Fuss engl. pro Secunde. Ramsbottom hatte eine Hubhöhe von $7^1/_2$ Fuss angeordnet. Angestellte Versuche lehrten, dass die Röhre bei 22 Meilen Fahrgeschwindigkeit pro Stunde (wenn das Wetter gut war) schon hinlängliches Wasser lieferte. Speciell über diese Versuche handelt ein beachtenswerther Aufsatz in den Proceedings der Institution of Mechanical Engineers, Jahrgang 1861, S. 43. Ausser der genannten Eisenbahn sollen die Ramsbottom'schen selbstfüllenden Tender auch mit Erfolg Anwendung finden auf der London-North-Western-Bahn, zwischen Liverpool und Manchester u. s. w., worüber berichtet wird in Heusinger's Organ, Neue Folge, Bd. 3 (1866), S. 73. Selbst in Nordwales soll der Frost keine (?) Schwierigkeiten beim Gebrauche der Röhre veranlasst haben.

Fig. 327.

materials, insbesondere unter Benutzung der Steinkohlen statt der Cokes. Die zweite Abtheilung erstreckt sich zuerst auf Verbesserungen der Locomotiven, wodurch das Befahren von Bahnstrecken mit scharfen Krümmungen und bedeutenden Ansteigungen auf noch andere Weise ermöglicht wird als mittelst Semmering-Locomotiven; sodann auf die Mittel zur Beseitigung der störenden Bewegung der Locomotiven (Seite 343 und 359), weiter die Herbeiführung einer möglichst rentablen Verwendung der Dampfwagen für Eisenbahnzwecke u. s. w. Die dritte Abtheilung begreift endlich mancherlei beachtenswerthe Details der Locomotiven, zugehörige Apparate, mechanische Instrumente u. s. w.

Was die Brennmaterialfrage anlangt, so ist es bekannt, dass man schon in den ersten Zeiten der Stockton-Darlington Eisenbahn, Steinkohlen zum Heizen der Locomotiven benutzt hat, Cokes auch erst kurz nach Eröffnung der Liverpool-Manchester-Bahn allgemein als Ersatz auftraten und fast ausschliesslich bis ungefähr zum Jahre 1863 verwandt wurden, wo in England der Bedarf an Cokes mit der grossartigen Ausbreitung des Eisenbahnwesens derartig zugenommen hatte, dass es manchen Bahnverwaltungen geradezu unmöglich war, die erforderlichen Quanta aufzutreiben [1]).

Rechnet man hierzu die zweifellose Thatsache, dass bei Anwendung von Steinkohlen statt der Cokes eine Kostenersparniss von 30 bis 50 und mehr Procent [2]) eintreten kann, so waren

1) Cokes sind (hier als nicht unwichtig hervorzuheben) verkohlte (bitumfrei gemachte) Steinkohlen. Bei dieser Vercokung entweichen alle flüchtigen Theile in Gestalt von Gasarten, besonders Kohlenwasserstoff und ölbildendes Gas, Wasserdampf und andere flüchtige Producte, während der grösste Theil der Kohle nebst den in der Steinkohle enthaltenen erdigen Einmengungen zurückbleibt. Enthielt die rohe Steinkohle Schwefelkies, so wird auch dieser unter Verlust seines Schwefelgehaltes zersetzt, weshalb man denn im gemeinen Leben auch wohl den Ausdruck Abschwefeln hört, was insofern unrichtig ist, als etwa die Hälfte des Schwefels in den Cokes verbleibt. Die Hauptvorzüge der Cokes für Locomotivfeuerung sind ihre Porosität, ihr Verbrennen ohne Rauch und das Nichtverschlacken des Rostes. Die Brennkraft ist selten höher, oft geringer, als die guter Steinkohlen. Nach Professor Grove (Heusinger's Handbuch etc., Bd. III, S. 135) leisten 9 Kilogramm Steinkohlen eben so viel wie 8 Kilogramm Cokes. Bei den hannoverschen Staatsbahnen rechnet man 5 Kilogramm Kohlen gleich 4 Kilogramm Cokes.

2) Zeuner, Civil-Ingenieur, Bd. 3 (1857), S. 262. Ein sehr wichtiger Vortheil der Steinkohlen als Heizmaterial der Locomotiven statt der Cokes ist noch der, dass letztere die Siederohre bei weitem mehr (oft doppelt so viel) abnutzen

offenbar hinlängliche Veranlassungen vorhanden, weshalb die allgemeinere Benutzung der Steinkohlen wieder schnell um sich griff. Eine, wenn auch minder wichtige Ursache, die allgemeine Verwendung zu verzögern, war die nicht unberechtigte Annahme, dass bei den verhältnissmässig so kleinen Rostflächen [1]), wie die sind, welche sich bei den Locomotiven anbringen lassen, die Verbrennung roher Steinkohlen überhaupt schon deshalb nicht vortheilhaft geschehen könne, weil man ihrer Nichtporosität und Schlackenbildung wegen nicht wohl bedeutendere als 20 bis 30 Centimeter hohe Schichten auf den Rost zu bringen vermöge, während sich die von den genannten üblen Eigenschaften freien Cokes in fast beliebig hohen Schichten aufhäufen liessen [2]).

Der wichtigste Grund des nur langsamen Ueberganges zur Steinkohlenfeuerung war aber die Entwicklung des unangenehmen dicken Rauches, der sowohl die Reisenden wie das Dienstpersonal belästigte und gleichzeitig auf alle Theile der Locomotive einen gewaltigen schädlichen Schmutz verbreitete.

Daher beginnen auch schon mit den ersten Versuchen, Steinkohlen als Heizmaterial der neueren Locomotiven zu verwenden, die Bemühungen, sogenannte rauchverzehrende Feuerungen zu construiren.

Das Princip fast aller dieser Anordnungen kommt hauptsächlich darauf hinaus, die bei der Destillation der Steinkohle

---

als Steinkohlen. Man sehe deshalb einen Aufsatz des Maschinenmeisters Strick in Bd. 6, S. 215 des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins.

1) Bei stationären Dampfkesseln hat (wie bereits Bd. 1, S. 617 erörtert wurde) die Erfahrung ergeben, dass die Fläche der betreffenden Roste für Steinkohlenfeuerungen pro Pferdekraft etwa 1 Quadratfuss (engl.) betragen muss, ein Verhältniss, was bei Locomotiven auszuführen geradezu unmöglich ist, dies Verhältniss der Heizfläche $= F$ zur Rostfläche $= R$ vielmehr in den Grenzen $\frac{F}{R} = 50$ bis 120 liegt, je nach dem Brennmateriale und dem Zwecke der Locomotive. Specielles hierüber giebt Grove a. a. O., S. 132. Diesem Uebelstande hilft man allerdings durch das Blasrohr ab, indem dies einen lebhaften Luftzug hervorbringt; indess hat auch dies Mittel seine natürlichen Grenzen. Mit den vierziger Jahren hatte man allerdings (bei erhöhter Eisenbahnschienenstärke) überhaupt kräftigere Locomotiven zu construiren angefangen, die nicht nur grössere Rostflächen zuliessen, sondern die auch im Verhältniss zur geleisteten Arbeit das Verbrennen von viel weniger Heizmaterial erforderten.

2) Begreiflicher Weise jedoch nicht höher als bis zur unteren Feuerrohrreihe. Grove (a. a. O., S. 126) nimmt für die Höhen der Cokesschichten auf den Locomotivrosten 40 bis 60 Centimeter an.

entwickelten Gase rechtzeitig zu verbrennen und hierzu das erforderliche Quantum von Luft und Wärme (oder heisser Luft) zuzuführen[1]).

Schon 1837 theilten Gray und Chanter[2]) die Feuerkiste einer Locomotive der Liverpool-Manchester Bahn von unten nach oben in zwei über einander liegende Etagen, wobei die gegen den Horizont etwas geneigte doppelte Trennungswand einen durchbrochenen mit Wasser gefüllten Sieder (eine Wasserkammer) bildete. Der obere Etagenraum sollte die eigentliche Gas-Vermischungs- und Verbrennungskammer bilden.

Die untere der beiden Etagen enthielt zwei über einander liegende Roste. Auf dem oberen, grösseren (gewöhnlichen) Roste wurden Cokes, auf dem unteren, sehr kurzen, Steinkohlen verbrannt, wobei das beim oberen Roste durchfallende Brennmaterial vom unteren aufgenommen und nützlich verwandt wurde. Jede Abtheilung hatte Feuerthüren und war überdies mit zahlreichen Oeffnungen versehen, durch welche äussere Luft eintreten konnte. Eben solche Lufteinströmungen fanden durch Röhrchen im unteren Theile der Feuerkistenwände Statt. Die von unten eintretende Luft wurde erwärmt, indem sie durch den kleineren Rost trat, während die sich auf letzterem entwickelnden Gase das Cokesfeuer des darüber liegenden, grossen Rostes passirten. Endlich liess man noch Dampfstrahlen direct aus dem Kessel in den Schornstein blasen, wodurch ausser Zugbeförderung auch das Einhüllen des mehr oder weniger schwarzen Rauches bewirkt wurde.

Obwohl diese Zusammenstellung fast alle wesentlichen Theile später nachfolgender Apparate enthielt, so genügte sie den Anforderungen doch nicht und wurde wieder aufgegeben.

Auf der Midland-Eisenbahn bemühte sich 1841 S. Hall um die Rauchverbrennung bei Locomotiven[3]), zuerst durch Anbringung von mehreren (18 zweizölligen) Oeffnungen in der hinteren Feuerkistenwand, unmittelbar unter den Heizröhren, für den Eintritt atmosphärischer Luft; nachher aber durch Hinzufügung eines aus feuerfesten Steinen gewölbten Schirms oder Bogens, der zwischen den gedachten Luftlöchern und den Heizröhren anfing und sich bis zur Mitte des Feuerkistenraumes schräg nach oben gerichtet erstreckte. Dieser Schirm sollte das sofortige Entweichen der von hinten eingetretenen

---

1) Mehr oder weniger ausführliche Uebersichten der bei Locomotiven versuchten Anordnungen zur Rauchverbrennung finden sich, mit Abbildungen ausgestattet, an folgenden Stellen: Clark, „On Coal-Burning and Feedwater Heating in Locomotive Engines" in den Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Vol. 19 (1860), p. 546; Clark, Recent Practice (Supplement zur Railway-Machinery) p. 25*—40*; Colburn, Locomotive Engineering, p. 92; Markham: „On the burning of coal instead of coke in locomotive engines" in den Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 1860, p. 147; Bornemann: „Ueber die Locomotivheizung von Belpaire" (nebst Beschreibung verschiedener älterer und neuerer Rauchverbrennungsanordnungen); nach den Annales des travaux publics de Belgique in Bornemann's Civilingenieur, Bd. 8 (1862), S. 114.

2) Abbildungen bei Clark a. a. O. p. 25*.

3) Markham (in den citirten Proceedings etc. p. 151, Pl. 31).

frischen Luft in die Heizröhren verhindern, vorzüglich aber das Vermischen derselben mit den Verbrennungsproducten veranlassen. Ein zweiter Schirm, eine eiserne oben über der Feuerthüröffnung nach innen geneigte Platte[1]) (deflecting plate), sollte die Reflection der durch die gewöhnliche Thür eintretenden Luft nach unten hin bewirken. Obwohl die guten Eigenschaften dieser Anordnung unverkennbar sind, so führte sie dennoch Mängel mit sich, die ebenfalls ihre allgemeine Anwendung verhinderten und letztere auch nicht möglich machten, als später (1857) Garrow und ferner Jenkins dasselbe Princip wieder zur Anwendung bringen wollten[2]).

Auf der Liverpool-Manchester-Bahn theilte 1845 J. Dewrance die Feuerkiste einer Locomotive durch eine dünne verticale Quer-Wasserwand im Verhältniss von ziemlich wie 1 : 2 in zwei Räume, wovon der erste (kleinere) von der Heizthür aus gerechnet, einen gewöhnlichen Rost enthielt. Die Verbindung des ersten Raumes mit dem zweiten (grösseren) dahinter liegenden wurde durch horizontalgerichtete Röhrchen vermittelt, welche man durch die Wasserkammer gesteckt hatte. In die zweite oder Verbrennungskammer wurde wieder vorgewärmte atmosphärische Luft von unten aus zugeführt, sowie man auch vor den Rauchröhren einen geneigten Schirm (ähnlich wie bei Hall, jedoch aus Eisenblech) anbrachte. Auch diese Anordnung gab gute Resultate, war jedoch zu complicirt.

Von 1851 an erregen die Etagen- oder Treppenrostanordnungen bei den Locomotiven der französischen Nordbahn, welche Marsilly und Chobrzinski einführten, nicht geringes Aufsehen. Diese Treppenroste bestehen (wie die bei unbeweglichen Dampfkesseln, Bd. 1, S. 596) aus treppenförmig über einander gelagerten und nicht horizontal neben einander befindlichen Roststäben, deren Abstand weit grösser sein kann, ohne dass Kohlenklein hindurchfällt, und wobei sich auf beschränktem Raume viel Luft einführen lässt. Unten enden diese Treppen in einem beweglichen horizontalen Roste, durch welchen die Schlacken entfernt werden. Da das Aufgeben des Brennmaterials am oberen Ende erfolgt und die Luft in Menge zwischen den Roststufen eintritt, so gleitet das frische Brennmaterial langsam vercokend über die Rostfläche hinab[3]).

Auch diese Treppenroste wurden wieder ganz oder theilweis verlassen, einmal, weil sie den Raum der Feuerkiste verkleinerten, ein anderes Mal, weil sie viel andere Uebelstände mit sich führten, wohin besonders das Abnutzen (Schmelzen) der Rostplatten gehört. Auch neuere Verbesserungen, wobei der Rauch fast gänzlich verbrennt, ehe er an den Röhren ankommt, unterliegen denselben Ausstellungen wie die älteren[4]).

---

1) Abbildungen in Markham's Abhandlung, S. 31.

2) Man sehe deshalb Clark's Recent Practice, p. 29* und Bornemann's Civilingenieur, Bd. 8 (1862), S. 120—122. Die vollständigsten Abbildungen aller dieser Apparate giebt jedoch Clark.

3) Abbildungen und Beschreibungen von Treppenrosten der französischen Nordbahn-Locomotiven und der Eisenbahn von Paris nach Orleans finden sich am besten in Bornemann's Civilingenieur, Bd. 3 (1857), S. 260, Tafel 30. Ferner in Perdonnet's Traité élémentaire des chemins de fer, Tafel 3, 1865, p. 146.

4) Civilingenieur, Bd. 8 (1862), S. 117.

Besonderes Aufsehen machten von 1855 an eine Zeitlang die Beattieschen auf der London-South-Western Eisenbahn zuerst in Anwendung gebrachten Feuerkisten [1]), die auch bald nachher Beyer, Peacock & Comp. in Gorton bei Manchester für die belgische Westbahn ausführten [2]).

Hierbei ist die eigentliche Feuerkiste durch eine, mit den Seitenwänden communicirende, etwas nach vorn geneigte Wasserzunge in zwei getrennte Heizräume oder Kammern getheilt, wovon jede mit besonderem Roste und correspondirender Feuerthür versehen ist. Jede dieser Kammern ist mit feuerfesten Chamottesteinen nach oben hin gewölbartig abgedeckt. In diesen Gewölben sind schlitzförmige freie Zwischenräume angebracht. Hinter dem zweiten Gewölbe zieht sich die Feuerkammer bis auf eine kreisrunde Mittelöffnung zusammen, erweitert sich aber nachher wieder zu einem sogenannten Gasverbrennungsraum. Beim Eingange in letzteren, unmittelbar hinter der gedachten kreisförmigen Oeffnung, ist noch ein drittes System von Chamottesteinen und zwar in Form zusammengestellter dreizölliger Röhren aufgeführt [3]).

Andere minder wichtige Dinge unerörtert lassend, ist zu bemerken, dass diese Feuerkiste eigentlich (mit Ausnahme der Treppenroste) eine Vereinigung fast sämmtlicher bereits vorher angewandter Rauchverbrennungsmittel war, wobei man namentlich den vergrösserten, sich tief in den Kessel hinein erstreckenden Feuerraum als einen Gegenstand besonderer Wichtigkeit für die Rauchverbrennung hervorheben muss.

Der Verfasser sah noch im Jahre 1875, in dem Montirraume der gedachten berühmten Gortoner Locomotivenbau-Anstalt, neue zur Absendung (für Indien) bereitstehende Eisenbahnlocomotiven, die mit der Beatti'schen Rauchverbrennungs-Anordnung ausgestattet waren.

Im Jahre 1858 versuchte Clark (der Autor der vortrefflichen bereits vielfach citirten Locomotiv-Werke) in die Feuerkiste, durch die Gewalt von Dampfstrahlen an mehreren Stellen frische Luft quer in die Flamme zu blasen. Der Dampf vertrat hier eigentlich die Stelle eines Gebläses, welches eine für die Verbrennung hinreichend grosse Menge heisser Luft beschaffte [4]). Obwohl man auf der Eastern Counties-Eisenbahn von dieser Methode erfolgreichen Gebrauch gemacht haben soll, so ist auch von ihr später eine ausgedehntere Anwendung nicht gemacht worden.

In Frankreich bemühte sich Thierry, nach Clark's Princip den Steinkohlenrauch zu verbrennen, jedoch mit dem Unterschiede, dass er den Dampf nicht von der Seite, sondern aus einer Röhre über der Heizthür, also von oben und zwar in schiefer Richtung auf das Feuer blasen liess. Nach Perdonnet [5])

---

1) Abbildungen bei Clark, a. a. O. p. 27* und bei Colburn a. a. O. p. 93.

2) Claus, Ueber Steinkohlenfeuerung und die Steinkohlenmaschinen nach Beattie's Patent: Heusinger's Organ, Bd. 13 (1858), S. 227, mit Abbildungen auf Tafel 17.

3) Heusinger, Handbuch etc. Bd. III, S. 332, Taf. XII.

4) Clark's Recent Practice, p. 30* und Dingler's polyt. Journal, Bd. 160, S. 176.

5) Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 3, p. 638, woselbst Thierry's Anordnung sich abgebildet findet.

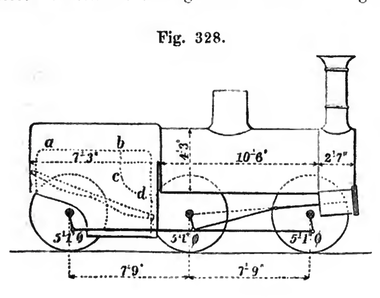
hat sich auf den Lyoner Bahnen Thierry's System nur für wenig rauchende Steinkohlen bewährt.

Von besserem Erfolge scheint die Ansicht Cudworth's (des Maschinenmeisters der London-Dover-Eisenbahn) zu sein, dass nämlich eine möglichst grosse Rostfläche wesentlich zur zweckmässigen Verbrennung der Steinkohlen beitragen könne, weshalb derselbe (über 6 Fuss) lange Feuerkisten anordnete und um den Radstand nicht unvortheilhaft vergrössern zu müssen, eine der Triebachsen unter dem Roste anbrachte[1]). Dabei theilte er zugleich die Feuerkiste der Länge nach durch eine Wasserkammer in zwei Abtheilungen (jede mit selbständigem Roste, so dass zwei wechselweise zu beschickende Feuerräume gebildet wurden), welche sich ungefähr einen Fuss vor der Rohrwand vereinigten. Die Kohlen wurden hier, nach Oeffnung der in horizontalen Scharnüren aufgehangenen und mit Luftöffnungen versehenen Thüren vorn auf dem Roste angehäuft und rückten allmälig, nach Maassgabe der Verbrennung wieder vor, wodurch bei der grossen Rostlänge die sich entwickelnden Gase fast vollkommen verbrannten.

Ausserdem versah Cudworth seine Locomotiven noch mit einem direct vom Kessel in den Schornstein geleiteten Rohre, um beim Stillstande der Maschine den erforderlichen Zug durch einen Dampfstrahl herstellen zu können, der auch gleichzeitig einhüllend auf den Rauch wirkte.

Im Allgemeinen sollen sich diese Cudworth'schen Feuerkisten gut bewährt haben[2]), weshalb man sie auch trotz ihrer Schwere und kostspieligen Unterhaltung namentlich in England noch gegenwärtig verwendet. Unter Anderem hatten Sharp, Stewart & Comp. in Manchester zur Londoner internationalen Industrie-Ausstellung von 1862 eine Güterzuglocomotive eingesandt, die mit einer Cudworth'schen Feuerkiste von über 7 Fuss Länge ausgestattet war und wovon Fig. 328 eine Skizze zeigt.

Fig. 328.



Die Wasserkammer, welche, wie hervorgehoben wurde, die Feuerkiste der Länge nach in zwei Theile theilt, ist dabei durch die punktirten Linien *abcd* angedeutet. Am unteren Ende der ($27\frac{1}{2}$ Quadratfuss grossen) Rostfläche befindet sich eine (in unserer Skizze weggelassene) breite Klappe, um den Rost von Schlacke und Asche befreien zu können.

Diese Locomotive soll (beiläufig erwähnt) auf Steigungen von 1 : 100 und mit einer Geschwindigkeit von 5,5 deutschen oder 25,4 englischen Meilen pro

---

1) Patent Specification Nr. 878 von 1857. Ferner Claus im 15. Bande, Jahrgang 1860, S. 212, von Heusinger's Organ u. s. w.

2) Heusinger's Organ, Bd. 15, S. 213.

Stunde 7000 Ctnr. (350 Tonnen) ziehen und dabei nur 115 Pfd. Kohlen pro deutsche Meile (oder 25 Pfd. pro englische Meile) verbrauchen [1]).

Clark[2]) behauptet, bei guter Steinkohle in einer Maschine mit Cudworth's Feuerkiste 10 Pfd. Wasser mit 1 Pfd. Steinkohle verdampft zu haben und mit einer anderen eben so geordneten Maschine mit 8,6 Pfd. Steinkohlen dasselbe geleistet zu haben wie mit 8,2 Pfd. Cokes.

Tenbrink[3]) hat einen geneigten Rost zum Vercoken der Steinkohlen und einen darauf folgenden zweiten horizontalen, auch kürzeren Rost zum Verbrennen der Cokes bei Locomotiven in Anwendung gebracht, ausserdem aber auch noch über den Rosten eine schräg liegende kupferne Wasserkammer (einen Sieder) gelagert und endlich unter der gewöhnlichen Heizthür eine Schlotte (la hotte) angebracht, deren Richtung mit der der ersten geneigten Roste übereinstimmt und worin atmosphärische Luft auf die Brennmaterialschicht geführt wird. Der schräge Sieder wirkt hier wie Hall's Schirm, d. h. er lenkt die Verbrennungsgase derartig ab, dass sie sich mit der frischen und vorgewärmten Luft vermengen müssen. Ueberdies will Tenbrink auch mit der durch den Schirm gebildeten Wasserkammer den Theil an Heizfläche der Feuerkiste ersetzen, welcher durch den geneigten Rost verloren geht.

Ungeachtet des höchst günstigen Berichtes des Herrn Couche über Tenbrink's Feuerkiste, in Folge dessen den französischen Eisenbahngesellschaften die Verpflichtung zu dieser Einrichtung auferlegt wurde, hat sich dieselbe gleichfalls auf die Dauer besonders deshalb nicht durchführen lassen, weil die ganze Anordnung bei schon bestehenden Locomotiven ohne sehr bedeutende Kosten nicht anzubringen ist, ganz besonders aber, weil der Sieder zu steten Reparaturen Veranlassung giebt und schliesslich die Rauchverbrennung (der kalten Luftzuführung wegen) nur auf Unkosten des Brennmaterials geschieht.

Abänderungen des Tenbrink'schen Apparates, namentlich um denselben zu vereinfachen, sind von den Franzosen Bonnet und Toni-Fontenay versucht worden, ohne jedoch die Uebelstände des ersteren ganz beseitigen zu können [4]).

---

1) Specielleres über diese Maschine findet sich u. A. in Sammann's amtlichem Berichte über die Locomotiven der Londoner Ausstellung von 1862, Heft 17, Classe 5, S. 464 u. s. w. Hier werde nur noch bemerkt, dass die aussenliegenden Cylinder 17 Zoll Durchmesser und die Kolben 24 Zoll Hub haben. Diese Cylinder sind etwas geneigt, was geschehen ist, um der Vorderachse, welche gleiche Länge mit den übrigen Achsen hat, ausweichen zu können. Die Rahmen sind ausserhalb der Räder liegende. Die Gesammtheizfläche beträgt 1183 Quadratfuss (wovon 120 auf die Feuerkiste und 1063 auf die 189 Röhren kommen). Das gesammte auf den Rädern ruhende Gewicht beträgt bei gefüllter Maschine 640 Ctnr. (32 Tonnen).

2) Recent Practice p. 35*. In demselben Werke findet sich auch (Plate 14*) eine sehr schöne, nach Maassstab gezeichnete Abbildung (mit Text S. 81*) einer Cudworth'schen Passagier-Locomotive der London-South-Eastern-Eisenbahn.

3) Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 3, p. 151 und Dingler's polyt. Journal, Bd. 167, S. 86.

4) Ueber die Verwendung der Rauchverbrennungsapparate von Tenbrink, Bonnet u. A. auf französischen etc. Bahnen, berichtet ausführlich (unter Bei-

Von den neueren Bemühungen deutscher Ingenieure um die Rauchverbrennung bei Locomotiven mit Steinkohlenfeuerungen verdienen die eines Herrn Stösger (seiner Zeit) in Breslau besondere Erwähnung[1]). Derselbe führte bereits 1860 aus dem Aschenkasten ein Luftrohr unter die Mitte des Rostes, durchbrach letzteren daselbst und liess dies Rohr etwa 10 Zoll (254 Millimeter) über der Rostfläche münden, wobei es noch an derselben Stelle von starken Chamotteringen umgeben wurde. Ein stellbarer eiserner Deckel über der Rohrmündung verhinderte sowohl das Hineinfallen von Kohle in das Luftrohr, als er auch die ausströmende Luft noch mehr erhitzte und sie zwang, alle Theile der Feuerkiste gehörig zu bestreichen. Die erste Erhitzung der Luft sollte im Aschenkasten, die zweite beim Bestreichen der Chamotteringe und die dritte im bereits erwähnten Deckel erfolgen, so zwar, dass die dem Feuer zugeführte Luft eine Temperatur von 360° C. besitzen soll.

Leider stellen sich auch bei dieser Rauchverbrennungsvorrichtung mehrfache Nachtheile heraus, wohin vor Allem eine schnellere Zerstörung der Feuerkiste (durch die intensivere Hitze) gehört, so dass der Berichterstatter unserer Quelle[2]) ungefähr mit folgender Bemerkung schliesst: Könnte der Stösger'sche Rauchverbrennungs-Apparat aus Material hergestellt werden, welches schwerer verbrennlich ist als Chamotte und schwerer schmelzbar als Eisen, so würde derselbe für jede Kohlenart (auch für stark backende Kohle) mit grossem Vortheil zu verwenden sein[3]).

Ganz neuerdings (Heusinger's Organ, Jahrgang 1876, S. 243) empfiehlt der bereits S. 308 genannte Ober-Maschinen-Ingenieur Reinherr in Constantinopel eine abgeänderte Stösger'sche „Vorrichtung zur Rauchverbrennung bei Locomotiven", wobei die frische, atmosphärische Luft von oben (statt bei Stösger von unten) eingeführt wird. Ueber dem Scheitel der Feuerkiste erhebt sich zu diesem Zwecke ein weites Rohr mit Windfangtrichter (ähnlich wie bei den Dampfschiffen), wodurch die Luft einem conischen Rohre zugeführt wird, was senkrecht in der Feuerkiste niedersteigt und über dem Roste in Leitröhren aus feuerfestem Thone endet etc. Reinherr behauptet, dass, nach seiner Erfahrung, mit diesem Apparate 15 bis 20 Procent Brennmaterial erspart würden.

---

fügung von Abbildungen), Couche im 3. Bande seines Werkes „Voie Matériel Roulant", p. 225. Toni-Fontenay's rauchverzehrende Feuerbüchse findet sich besprochen in Armengaud's Génie Indust. October 1862, p. 204 und daraus in Dingler's polyt. Journale, Bd. 167, S. 86.

1) Ausführliches giebt ein lesenswerther Aufsatz Herrn Stösger's: „Ueber verschiedene Vorrichtungen zur rauchlosen Verbrennung der Steinkohlen in Locomotiven und einen neuen Apparat dieser Art", in Heusinger's Organ f. d. Eisenbahnwesen, Bd. 16, Jahrgang 1861, S. 49, der auch mit mehreren Tafeln Abbildungen begleitet ist.

2) Referate über Beantwortung von Fragen bei der Versammlung der Techniker deutscher Eisenbahn-Verwaltungen im September 1865 zu Dresden, S. 151.

3) Recht vollständig ist der Bericht Herrn Georg Meyer's, königlichen Eisenbahn-Obermaschinenmeisters der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Berlin, welcher Bd. III des Heusinger'schen Handbuches von S. 325 bis mit S. 334 erstattet wird.

Trotz dieser letzteren Angabe (die immer noch eine kostspielige Anordnung nöthig macht) darf es nicht auffallen, wenn man neuerdings, mit wenigen Ausnahmen [1]), von den besonderen Apparaten zur Rauchverbrennung bei Steinkohlenfeuerungen der Locomotiven ganz abkommt und dafür versucht, mit gewöhnlichen Mitteln oder durch Verlängerungen der Feuerkisten und geeignete Rosten, einigermaassen genügende Resultate zu erlangen.

Eben so wenig sind anthracitische Kohlen (oder Sandkohlen) anzuempfehlen [2]). Sogenannte Briquets (ein Fabrikat aus Kohlenklein und Steinkohlentheer) als Heizmaterial der Locomotiven, haben sich wenigstens nicht allgemein bewährt, namentlich wenn sie aus schlechtem Kohlenklein fabricirt waren. Auch die Frage, ob bei ihnen der lästige Qualm ganz wegfällt, ist bald mit Ja, bald mit Nein beantwortet worden [3]).

Was die verlängerten Feuerkisten und geneigten Roste zur vortheilhaften Verbrennung von Steinkohlen anlangt, so haben sich mit den betreffenden Constructionen in jüngster Zeit namentlich der deutsche Ingenieur Behne [4]) und der belgische Ingenieur Belpaire [5]) beschäftigt, deren Anordnungen im

---

1) Maschinenmeister Grüson in Hamburg empfiehlt (Heusinger's Organ u. s. w., Jahrg. 1866, S. 106) die Anwendung des Hall-Jenkin'schen Feuerschirms zur Rauchverbrennung bei Locomotiven, indem er sich einen solchen Schirm aus Chamottemehl, für den Preis von 25 Sgr. selbst herstellt und hervorhebt, dass dessen Dauer, je nach der Leistung der Maschinen, 8 bis 12 Wochen beträgt.

In Amerika, wo man gezwungen ist, an manchen Orten ausschliesslich Anthracit (eine Art natürliche Kohle oder Steinkohle mit überwiegendem Kohlenstoffgehalte, die wenig oder gar kein Bitumen enthält) statt Steinkohlen zu verbrennen, hilft man sich entweder durch die Grösse der Feuerkisten, indem man diese 7 bis 8 Fuss und noch länger macht, oder man ordnet besondere Verbrennungskammern an, wie u. A. der Boardmann'sche Kessel ein solcher ist, wovon sich eine Durchschnittsabbildung in Colburn's Locomotive-Engineering p. 94 und eine äussere Ansicht in Clark's Recent Practice, p. 70* findet. Letzteres Werk handelt am Ausführlichsten über die Heizmaterialien (Holz, Anthracit- und bitumöse Kohle) der amerikanischen Locomotiven. Uebrigens kommen wir später im Abschnitte „Locomotiven der Gegenwart“ auf diesen Gegenstand zurück.

2) Einen hierher gehörigen, lesenswerthen Artikel über die Anwendung von Steinkohlen zum Heizen der Locomotiven auf preussischen Bahnen enthält Bd. 2 (Neue Folge) des Heusinger'schen Organs (Jahrgang 1865), S. 38.

3) Ebendaselbst widerstreitende Resultate der Verwendung von Briquets. Ueber die Fabrikation der Briquets handelt ausführlich ein Aufsatz von Reder in der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, 1860, S. 161.

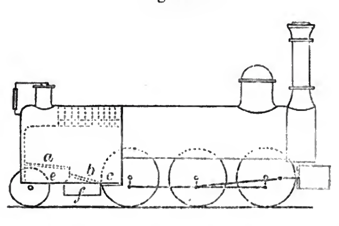
4) Zuerst veröffentlicht in einer besonderen Schrift unter dem Titel: Beschreibung des Locomotiv-Systems Behne & Kool. Lüneburg, Druck der von Stern'schen Buchdruckerei 1861.

5) Bornemann's Civilingenieur, Bd. 8 (1862), S. 114. Hauptsächlich ein aus dem Jahre 1860 stammender officieller Bericht über die Locomotivheizung von Belpaire, der mit einer ganzen Tafel Abbildungen begleitet ist.

Wesentlichen übereinstimmen, wobei jedoch Behne die Priorität beansprucht [1]).

Das Hauptsächlichste der Behne'schen Feuerkistenanordnung lässt Fig. 329 erkennen, wobei man den gewöhnlichen Locomotivconstructionen gegenüber eine beträchtliche Verlängerung der Feuerkiste und somit des Heerdes und Verbrennungsraumes bemerkt. In der auf voriger Seite (Note 4) citirten Schrift, hat die Feuerkiste der Behne'schen Locomotive eine Gesammtlänge von 8 Fuss, während ihre Breite 3 Fuss 3 Zoll beträgt. Nächstdem hat man den Rost in drei auf einander folgende Theile gebracht, wovon *a* den Vorverbrennungsrost (Vercokungsrost) abgeben soll, während *b* den eigentlichen Verbrennungsrost (Nachverbrennungsrost) und *c* den Schlackenrost bildet. Die gesammte Rostfläche wird in der vorher notirten Behne'schen Schrift zu $28^1/_2$ Quadratfuss engl. angegeben, während die gesammte Feuerröhrenfläche 1050 Quadratfuss beträgt. Mit den Buchstaben *e* und *f* unserer Figur werden betreffende Aschkastenräume bezeichnet.

Fig. 329.



Da wir später auf die Behne'sche (richtiger Behne-Kool'sche) Locomotive ausführlich zurückkommen, werde hinsichtlich der Belpaire'schen Construction Folgendes bemerkt. Auf halbfette Steinkohle Rücksicht genommen, hatte die Feuerkiste 2,41 Meter (fast 8 Fuss) Länge, so dass ebenfalls eine bedeutende Rostfläche erhalten wurde, die überdies aus eng neben einander liegenden, nur 7 Millimeter dicken Stäben bestand, die, bei mageren und halbfetten Kohlen bloss 4 Millimeter Zwischenraum für die eintretende atmosphärische Luft liessen. Nach Cudworth's Vorgange (Fig. 328) stellte Belpaire die Hinterachse seiner Güterzuglocomotiven unter den allerdings viel schwächer geneigten Rost, wobei die Achse durch eine besondere Hülle gegen die Hitze verwahrt war [2]).

Was die Belpaire'sche Feuerkiste aber ganz besonders auszeichnete, war die gänzliche Entfernung der Deckenanker (β Fig. 313) und deren Ersatz

---

1) Sammann, Bericht der Classe 5 der Londoner Industrie-Ausstellung vom Jahre 1862, Heft 17, S. 471. — Specieller in Heusinger's Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens etc., Jahrgang 1863, S. 226 unter der Ueberschrift: Oeffentliche Verwahrung des Ingenieurs Behne zu Harburg gegen die vorgekommene unrechtmässige Bezeichnung eines von ihm erfundenen Locomotiv-Systems.

2) Die gusseiserne Feuerthür dieser Kiste bestand aus zwei Flügeln, die beide mit Chamotteziegeln ausgefüttert waren. In diesen Futtern hatte man mehrere (3 Centimeter weite) Oeffnungen angebracht, während vor denselben (zwischen den Ziegeln und Thorflügeln) ein schmaler Raum gebildet war, in welchen die äussere Luft, die man den Kohlen von oben aus zuführte, durch ein besonderes Register trat. Abgebildet im Civil-Ingenieur, Jahrg. 1862, Tafel 9, Fig. 7.

durch eine sehr grosse Zahl sogenannter Deckenstehbolzen. In unserer Fig. 329 sind diese Bolzen punktirt angedeutet, sowie auch die horizontal vorhandenen Queranker (Zugstangen) aus Rundeisen.

Zu den wichtigsten Fortschritten im Gebiete der Locomotivconstructionen, Anfangs der sechziger Jahre, gehört namentlich auch die Ermittelung rationeller Formen der Schornsteine und richtiger Anordnung und Stellung des Blasrohres, in welchen Beziehungen vorher von Redtenbacher[1]) nur theoretische (eigentlich praktisch unbrauchbare Formeln) aufgestellt und von Clark[2]) u. A. nur unvollständige Versuche angestellt worden waren.

Die erste theoretische Arbeit über die Wirkung der Blasrohrvorrichtung, welche zugleich durch Versuche unterstützt wurde, lieferte 1863 Dr. Zeuner[3]) (damals Professor in Zürich), während es sich Prüsmann[4]) (seiner Zeit Ober-Maschinenmeister der königl. hannoverschen Eisenbahnen) zur Aufgabe gemacht hatte, die vortheilhafteste Schornsteinform aufzufinden, als welche sich die geschweifte oder kegelförmige Gestalt, mit nach oben hin gerichteter Erweiterung (Fig. 330) herausstellte.

In allerjüngster Zeit hat Professor Grove[5]) die Zeuner'schen und Prüsmann'schen Arbeiten zusammengefasst, erweitert und vervollständigt, weshalb wir namentlich diese letztere Quelle zu nachstehenden Mittheilungen benutzen.

Grove zeigt zuerst (wieder), dass der Blasrohrquerschnitt bei einem conischen Schornsteine grösser als bei einem cylindrischen gehalten werden kann und dass damit eine Verminderung der Blasrohrpressung und des (schädlichen) Rückdrucks auf den Kolben verbunden ist. Sodann entwickelte derselbe für die wichtigsten Dimensionen nachfolgende Verhältnisse, wenn, mit Bezug auf Fig. 330 f den Schornsteinquerschnitt an der Ausmündung bei AA bezeichnet[6]), f den Querschnitt der Mündung des Blasrohres B, f_r den Querschnitt sämmtlicher Siederöhren und f_s den engsten Schornsteinquerschnitt bei EE:

$$\frac{f_s}{f_r} = \tfrac{1}{3}$$ (wofür seiner Zeit Prüsmann ¼, d. i. zu wenig fand)[7]).

---

1) Gesetze des Locomotivbaues. Mannheim 1855, S. 57. Unter der Ueberschrift: „Ueber die anfachende Wirkung des Blasrohrs".

2) Railway Machinery. Vol. First. London 1855, p. 102. Hieraus auch Welkner in seinem Buche „Die Locomotive". Göttingen 1859, S. 60 etc.

3) Das Locomotiven-Blasrohr. Zürich 1863.

4) Die Construction der Locomotiv-Essen. Wiesbaden 1865.

5) Heusinger, Handbuch der Eisenbahn-Technik. Bd. III, S. 138 unter der Ueberschrift „Zugwirkung des Blasrohrs. Bestimmung der Dimensionen des Blasrohres und des Schornsteines". Hier wird auch (S. 148) der Versuche von Nozo und Geoffroy gebührend gedacht.

6) Nach den oft erwähnten technischen Vereinbarungen darf die Ausmündung AA von den Schienenoberkanten der Eisenbahn (die Schornsteinhöhe) nicht mehr als 4,57 Meter betragen.

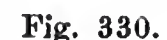
7) Dies entspricht der Erfahrung, nach welcher sich die Prüsmann'schen Schornsteine zu eng herausstellten.

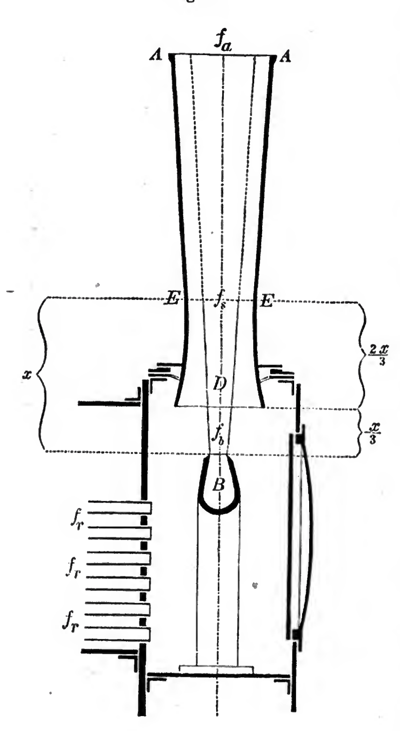
$\frac{f_a}{f_s} = (1{,}6)^2 = 2{,}56$, wornach der obere Durchmesser $AA = 1{,}60$ mal so gross als der kleinste EE zu nehmen ist.

$\frac{f_r}{f_b} = 19$ bei Cokes als Brennmaterial
$\frac{f_r}{f_b} = 26$ „ Steinkohlen „
} Unter Voraussetzung einer constanten Blasrohrmündung.

Im Falle eines veränderlichen Blasrohres wird die grösste Mündung nicht viel von dem Querschnitte des Dampfausströmungsrohres verschieden gemacht.

Obwohl man durch Veränderungen der Blasrohrmündung den Rückdruck auf den Kolben den Umständen entsprechend verändern kann [1]), so stellt sich doch in praktischer Hinsicht der Anwendung veränderlicher Blasrohrmündungen die Schwierigkeit einer guten haltbaren Construction mit zweckmässiger Form des Dampfstrahles entgegen. Daher sind auch die Ansichten der Praktiker über die Verwendung constanter oder veränderlicher Blasrohrmündungen [2]) getheilt, so


Fig. 330.



1) Pambour stellte seiner Zeit für den Blasrohrwiderstand $= w$ in Pfunden die empirische Formel auf $w = 0{,}0113\, \frac{S'}{a}\, v$, worin S' die pro Stunde wirklich verdampfte Wassermenge in engl. Cubikfussen, a den Blasrohrquerschnitt in engl. Quadratzollen und v die Fortlaufgeschwindigkeit der Locomotive in engl. Meilen pro Stunde bezeichnet.

2) Heusinger, „Handbuch der Eisenbahntechnik". Bd. III, S. 348 etc. unter der Ueberschrift „Construction des Blasrohrs" (mit Abbildungen auf Tafel XIII). Petzholdt, „Die Locomotive der Gegenwart". Braunschweig 1876,

dass man beispielsweise in England [1]) fast nur constante Blasrohrmündungen findet, während in Deutschland und Frankreich veränderliche Mündungen vorherrschend sind [2]).

Wichtig ist noch der Ort der Blasrohrmündung. Zunächst muss dieselbe etwas über der obersten Siederohrreihe liegen, damit die horizontal austretenden Heizgase nicht direct und deshalb störend gegen den verticalen Dampfstrahl treten, sondern sich ohne scharfe Krümmungen in die verticale Richtung begeben und den Dampfstrahl allseitig umschliessen können. Meistens bestimmt sich die Höhenlage des Blasrohres durch die Rücksicht auf eine leichte Reinigung der Siederöhren.

Als ebenfalls wichtig ist die richtige Entfernung der Mündung des Blasrohres B von der unteren Schornsteinkante D zu bezeichnen, weil hiervon die zu einer günstigen Wirkung erforderliche Grösse der Berührungsfläche zwischen dem Dampfe und den Gasen abhängt.

Grove findet nach Prüsmann'schen Versuchen für conische Schornsteine die Entfernung ($= x$) der Mitte der engsten Schornsteinstelle EE (Fig. 330) von der Blasrohrmündung zu

$$x = 5\,(1{,}1\; d_s - 2\; d_b) \text{ bei Cokesfeuer und}$$

$$x = 5\,(d_s - 2d_b) \text{ bei Steinkohlenfeuer,}$$

wenn d_s den Schornsteindurchmesser in EE und d_b den Durchmesser der Mündung des Blasrohres B bezeichnet [3]).

§. 24.

Die zweite im Eingange des vorigen Paragraphen erwähnte Abtheilung der wichtigen Ereignisse im Geschichtsgebiete der

---

S. 178 etc. Hier werden besonders die „Ausströmungsregulatoren mit Schieber" von Belpaire erörtert.

1) Petzholdt a. a. O., S. 180.

2) In dem Referate der vierten (Düsseldorfer) Versammlung der Techniker deutscher Eisenbahn-Verwaltungen (Hannover 1874) lautet die Schlussfolgerung hinsichtlich der Blasrohrfrage (S. 192) folgendermassen:

Constante Blasrohre haben sich bei einer Anzahl Bahnen bewährt und zeichnen sich diese aus durch Einfachheit und Reparaturverringerung. Veränderliche Blasrohre verringern den Rückdruck auf den Kolben, sind von sicherer Wirkung und leichter Handhabung.

Von den veränderlichen Blasrohren kommen den constanten am nächsten die Blasrohre mit Nebenrohr.

3) Ausser einem Blasrohre mit veränderlicher Mündung, kann man die Zugregulirung auch durch eine Klappe vorn am Aschenfalle, unter dem Roste (Bd. II, S. 607, Fig. 505 durch den Buchstaben E bezeichnet) bewirken, so wie endlich auch durch das Verdecken einzelner Feuerröhren durch jalousieartige Klappen. Die erstere Methode empfiehlt Zeuner in seinem Werke „Das Locomotiv-Blasrohr" S. 187, während letztere (in England zuweilen angewandte) Methode von Couche im 3. Bande §. 121 unter der Ueberschrift „Moderation du tirage par réduction de la section libre des tubes" behandelt wird.

Eisenbahnlocomotiven, kann man mit dem Jahre 1859 beginnen lassen, wo die Frage nach den besten Berg-Locomotiven für den Betrieb der Eisenbahn zwischen Bologna und Florenz, über Pistoja, zur Beantwortung vorlag, da auf dieser Strecke die zweite italienische oder hetrurische Apenninenkette [1]) überschritten werden musste.

Von Bologna ausgehend, erhebt sich diese Bahn auf einer 55 Kilometer langen Strecke in Steigungen von 8 bis 9 Millimeter pro Meter bis zur Station Porretta. Von hier aus, bis zu dem 13½ Kilometer entfernten höchsten Punkte Prachia, beträgt die Steigung 18 Millimeter pro Meter, während sie auf der südlichen Seite noch viel steiler hinabfällt, nämlich von Prachia aus auf 23 Kilometer Länge, bis zur Station Pistoja, um 25 Millimeter pro Meter, oder hier die Ansteigung $^1/_{40}$ ist [2]). Dabei ist die Bodengestaltung so, dass sich die Linie (ähnlich wie auf der Semmeringbahn) mehrere Male nahezu begegnen muss, um den nöthigen Raum zu ihrer Entwickelung zu finden, dass ferner der Krümmungshalbmesser der Curven auf einem grossen Theile des Weges nur 300 Meter beträgt, der bedeutenden Zahl von (45 grösseren und kleineren) Bahn-Tunneln [3]) noch gar nicht zu gedenken [4])!

---

1) Die dritte und vierte Kette bilden bekanntlich die römischen und neapolitanischen Apenninen. Der ersten dieser Ketten (der ligurischen Apenninen), wurde bereits S. 379 gedacht.

2) Eine sehr schön gezeichnete Profilkarte der ganzen interessanten Bahnstrecke, von Vergato ausgehend, über Riola, Prachia (Scheitelstation) bis Pistoja, findet sich in Couche „Voie Matériel Roulant etc." Tome II, Pl. CIII, mit zugehörigem Text p. 664 etc.

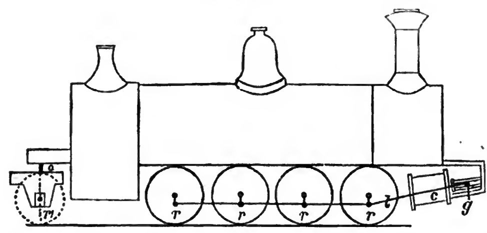
3) Die Tunnel von mehr als 1000 Meter Länge sind folgende (nach von Weber's Buche „Der Eisenbahnbetrieb durch lange Tunnel" Wien 1877, S. 41):

Entfernung von Bologna (Nordmündung).	Name.	Gesammtlänge in Metern.	Steigung und Fall pro Mille.	Name der Strecke.
Kilometer.				
41,060	Riola.	1385,12	10,0	Riola.
46,626	Casale.	2618,92	9,0	Porretta.
69,364	Appenino.	2724,84	24,0	Prachia. Piteccio.
74,685	Signorino.	1064,27	24,0	„
80,610	Piteccio.	1751,37	22,60	„

4) Es ist nicht unrichtig, wenn man die Bau- und Betriebs-Schwierigkeiten

Zum Betriebe dieser Bahnstrecke entwarf und baute der Maschinen-Ingenieur Beugniot (damals Chef der Köchlin'schen Maschinenfabrik in Mühlhausen) die Fig. 331 skizzirte Locomotive mit vier Achsen und acht ge-

Fig. 331.



kuppelten Rädern, deren überhängende Feuerkiste sich auf die Vorderachse r_1 des hinten angehangenen Schlepptenders mittelst eines Zapfens *o* stützt[1]), wobei man sich jedoch bestrebte, den Achsstand der acht Triebräder *r r r r* von 3 × 1,3 = 3,90 Meter möglichst unschädlich zu machen[2]). Hierzu trennte Beugniot alle vier Achsen in zwei Gruppen mit gleichen, aber von einander unabhängigen Maschinentheilen und gab sowohl dem vorderen wie hinteren Achsenpaare dieselbe Art der Beweglichkeit. Sämmtliche Achsen versah er hierzu mit inneren und äusseren Lagern und umfasste die Achsbüchsen der inneren Lager mit den Enden horizontaler Balanciers *a a* Fig. 332 und 333, während sich auf der Mitte eines jeden der letzteren das betreffende Kesselgewicht mittelst kugelförmiger Zapfen *e* in Pfannen *g* stützte[3]).

---

dieser Bahn mit denen der Semmeringbahn (über die norischen Alpen) vergleicht, wie dies namentlich Beugniot (der Locomotivenconstructeur) in seinem Vortrage vor der „Société industrielle de Mulhouse" (Zeitschrift dieser Gesellschaft, Vol. 30, 1859 und daraus in Heusinger's Organ etc., Jahrgang 1860, S. 89), gethan.

1) Ausführliche Abbildungen und Beschreibung dieser Maschinengattung findet sich in dem soeben citirten 30. Bande der Mühlhauser Industrie-Gesellschaft, sowie in den Annales des Mines, T. XVIII. (1860), und hieraus in Bornemann's (Zeuner's) Civil-Ingenieur, Bd. 8 (1862), S. 15.

2) Das betreffende Programm verlangte von den Locomotiven, dass sie bei schlechtem Wetter 100 bis 110 Tonnen, bei günstiger Witterung aber 150 Tonnen über eine $23\frac{1}{2}$ Kilometer lange Strecke von $\frac{1}{40}$ Ansteigung, mit Curven von 300 Meter Radius in $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden zu schaffen im Stande seien. Dabei durfte keine Achse mit mehr als 12 Tonnen (12 000 Kilogramm) belastet werden.

3) Die betreffenden Details erhellen am besten aus den guten Abbildungen des vorher citirten Bornemann'schen Civilingenieurs. Uebrigens datirt die ganze Anordnung zu einer seitlichen, parallelen Verschiebung der Truck-Achsen, welche zugleich deren Verkuppelung zuliess, bereits aus den Jahren 1840 und 1842, wo sie Baldwin in Philadelphia für Amerika sich patentiren liess. Man sehe deshalb Colburn, Locomotive Engineering, p. 85; ferner wird hierüber

Ausserdem legte **Beugniot** die Dampfcylinder *c* (Fig. 331) so, dass sie weder inside noch outside genannt werden konnten, indem beide Achsen mitten auf die Vorderräder *r*, Fig. 334, zielten. Die Vorderachse war Triebachse und zwar war diese mit vier Kröpfungen oder vier Krummzapfen versehen, so dass für jeden Cylinder *c* die Druckkraft des Kolbens *k* [1]) und der Kolbenstange, unter Einschaltung eines **Kreuzkopfes** *t* mittelst zweier Lenkstangen *l* und l_1 fortgepflanzt wurde. Hiervon griff die äussere Stange *l* an einer Kurbel *z* (Fig. 333) an, welche am äussersten Ende *h* der vorderen Achse aufgesteckt war, während die innere Lenkstange l_1 (Fig. 334) an den betreffenden inneren Kropf derselben Achse fasste. Die Köpfe dieser Lenkstangen waren so construirt, dass sie die von der Verschiebung der Achse herrührende schiefe Stellung einnehmen konnten. Durch diese Anordnung, im Vereine mit den in acht Rädern *r r* angebrachten Gegengewichten, glaubte man die durch hin- und hergehende Massen erzeugten Störungen bedeutend vermindert (?) zu haben. Zur nachträglichen Erläuterung der Fig. 332 und 333 diene noch Folgendes: Die Enden der Balanciers *a a* umfassten die Achsen in Achsbüchsen *m m*, welche das Gewicht auf die inneren Achsschenkel vermittelst der Federn *f f* übertrugen, die ihrerseits wieder mittelst eines kleineren Balanciers *d* (Fig. 332) aufgehangen waren. Die Wirksamkeit dieser Anordnung ist, dass bei jedem Achsenpaare die transversalen Bewegungen für die beiden parallel bleibenden Achsen gemeinsam erfolgen. Begrenzt werden diese Bewegungen durch das Spiel, welches die äusseren Achsbüchsen in den Gabeln gestatten, nämlich 20 Millimeter nach jeder Seite.

Fig. 332.

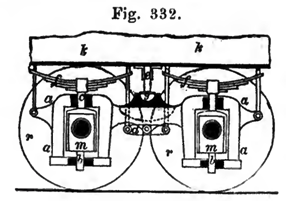


Fig. 333.

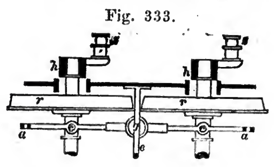
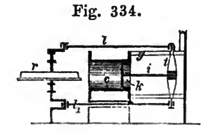


Fig. 334.



Eigenthümlich ist noch die Kuppelung zwischen Tender und Maschine, worauf hier jedoch nicht weiter eingegangen werden kann, sondern auf die vorher citirten Quellen verwiesen werden muss. Bei der später folgenden speciellen Besprechung der **Behne-Kool**'schen Locomotiven kommen wir auf diesen Gegenstand zurück.

Ausser Italien und Frankreich haben die **Beugniot**-Locomotiven keine Anwendung gefunden und zwar hauptsächlich wegen des überaus complicirten Rahmenbaues, ferner wegen der ungeheuren Widerstände der Eigenbewegung der Maschine und der Beanspruchung der Vorderachse, endlich wegen der nie

---

auch berichtet in **Herz** und **Bendel**'s amerikanischen Reisenotizen (**Erbkam**, Zeitschrift für Bauwesen 1862, S. 102).

1) Die Dampfcylinder *c* hatten nicht weniger als 54 Centimeter Durchmesser und die Kolben 56 Centimeter Hub.

endenden Reparaturen und noch vielem anderen, was diese monströse Construction im Gefolge haben musste.

Couche in seinem Werke „Voie Matériel Roulant etc., T. II, berichtet p. 485 ebenfalls über Beugniot's Locomotiven, erwähnt auch unter Beifügung von Abbildungen, eine zwölfrädrige Maschine dieses Systems für die französische Nordbahn, wobei man je drei der Achsen zu einem Systeme, mittelst der erwähnten Balanciers (*a, a* Fig. 333) vereinigt hatte. Ferner bemerkt derselbe Autor (in demselben Bande, p. 664), dass die sämmtlichen achträdrigen Maschinen des Beugniot'schen Systems, welche seiner Zeit den Dienst zwischen Porretta und Pistoja verrichteten, nach der schiefen Ebene von Dei Giovi gebracht worden und durch andere Vier- und Sechs-Kuppler ersetzt worden wären[1].

Endlich berichtet Couche noch (a. a. O., p. 685 über einen gemischten Zug der Rampe Dei Giovi der in folgender Weise zusammengesetzt war:

8 Personenwagen und 10 Güterwagen vom Gewichte	=	164 Tonnen
1 Locomotive Beugniot	=	69 „
2 Zwillingslocomotiven (jede vierrädrig)	=	54 „
		287 Tonnen.

Die Fahrt wäre dabei mit einer Geschwindigkeit von 16 Kilometer pro Stunde erfolgt.

Brunner aus Seraing[2]) beobachtete dieselben Züge und berichtet, dass (bei allerdings etwas nebligem Wetter) die Triebräder der Beugniot-Maschine, welche den Zug führte, stark schleuderten, überhaupt nur durch einen energischen Gebrauch der Sandstreu-Apparate zum Angriff auf den Schienen gebracht werden konnten. Bei der (Stephenson'schen) Zwillings-Maschine hinter dem Zuge fand dagegen kein Schleudern der Triebräder statt. Die Hinauffahrt (auf die schiefe Ebene Dei Giovi) wurde ohne irgend welchen Anstand in 37 Minuten, oder mit 10 engl. Meilen Geschwindigkeit pro Stunde ausgeführt.

Brunner bemerkt hierzu, dass man auf der Semmerings- und Brennerbahn seit einigen Jahren die Güterzüge ebenfalls durch eine ziehende und eine gleichzeitig angespannte schiebende Maschine über die Gebirgsstrecke hinüber befördern lasse.

Zu den beachtenswerthesten Bestrebungen (im Anfange der sechziger Jahre) die Eisenbahnlocomotive zu verbessern, gehören auch die des österreichischen Ingenieurs Hall, nämlich die schon 1834 von Forrester (S. 337) ausgeführte Construction einer Aussencylinder-Maschine mit aussenliegenden

---

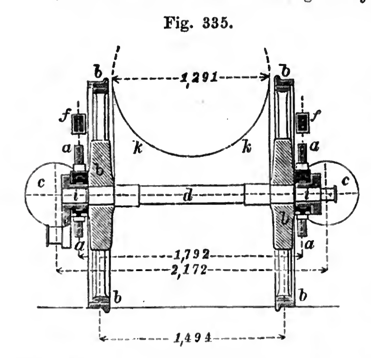
1) Herr Max v. Weber berichtet in seinem Buche „Der Eisenbahnbetrieb durch lange Tunnels" Wien 1877, S. 42, dass die Tunnel-Bahnlinie Bologna-Pistoja mit zwei Gattungen von Locomotiven befahren wird, von denen die eine 4 gekuppelte Räder, die andere 8 gekuppelte Räder besitze. Mit einer Maschine letzterer Art (ob es eine Maschine des Beugniot'schen Systemes war, erhellt freilich nicht aus den Angaben) soll man 16 beladene Wagen im Gewicht von 180 Tonnen über die stärksten Steigungen führen, welche zwischen Pistoja und Bologna vorkommen.

2) Heusinger's Organ etc., Jahrgang 1870, S. 168.

Rahmen und Federn, wieder zur Geltung zu bringen und ausserdem neue, wichtige Detailanordnungen einzuführen. In letzterer Beziehung ist namentlich die Construction hervorzuheben, zufolge welcher die auf die Triebachse *d* (Fig. 335) gesteckte Kurbel *e* gleich den Lagerhals bildet, die Kurbel also nicht ausserhalb auf der verlängerten Achse *d* placirt wird, sondern mit ihrer Nabe *i* in einem Lager der Rahmen *aa* läuft, welches in unserer Abbildung durch schwarze Färbung hervorgehoben ist.

Die Vortheile dieser Anordnung sind jedenfalls übertrieben gerühmt worden, namentlich betrifft dies die Behauptung der viel ruhigeren und sichereren Bewegung der Locomotiven [1], welche letztere von geschickten Constructeuren auch ohne eine Kurbelanordnung herbeigeführt werden kann, die, des vergrösserten Zapfendurchmessers wegen, offenbar das Uebel der Zapfenreibungsvermehrung mit sich führt. Zu läugnen ist natürlich der Vortheil nicht, dass man durch Hall's Lagerung der Kurbelachse die Triebstangen und Cylindermittel dem Rahmen um 3 bis 4 Zoll (75 bis 100 Millimeter) näher rückt, ferner, dass die Federn geringer in Anspruch genommen werden, die Befestigung der Cylinder und Führungen etwas bequemer ist u. dgl. m. Zweifelhaft bleibt aber dennoch, ob alle diese Vortheile nicht durch den Nachtheil der sehr vergrösserten Achsenreibung aufgewogen werden. Beispielsweise vergrössert Hall's Construction die sonst $5^3/_4$ Zoll starken Achsen auf $8^1/_2$ Zoll und $6^1/_2$-zöllige auf $10^1/_2$ Zoll u. s. w. [2]).

Fig. 335.



In Oesterreich sind Hunderte von Hall'schen Locomotiven im Gange, wobei übrigens, sobald es achträdrige Güterlocomotiven, Fig. 336, sind, die Hinterachse um (gewöhnlich) 20 Millimeter, die Vorderachse um 5 Millimeter in ihren Lagern (seitlich) verschiebbar gemacht sind und zwar ohne dazu die complicirten Anordnungen Beugniot's in Anwendung gebracht zu haben. Gleichen Spielraum gewähren natürlich die betreffenden Lager der Kurbelachsen [3]).

---

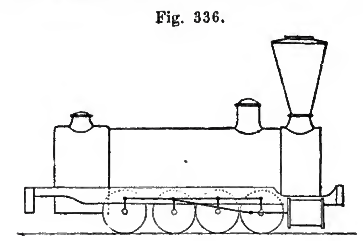
1) Ueber die hier genannten und noch andere Vortheile, welche das Hall-sche System gewährt, sehe man den Abdruck eines Vortrags des Directors C. Schau der Wiener-Neustädter (Sigl'schen) Maschinenfabrik in Heusinger's Organ 1866, S. 32 u. s. w., welcher bei der vierzehnten Versammlung deutscher Architekten und Ingenieure (September 1864) gehalten wurde.

2) Die unserer Skizze, Fig. 334, eingeschriebenen Metermaasse beziehen sich auf eine Locomotive der österreichischen Bahnen. (Man sehe deshalb Jahrgang 1863 der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, S. 51.)

3) In dem illustrirten Werke „Locomotiv-Typen der k. k. Maschinenfabrik

Es dürfte nicht überflüssig sein, die Hauptdimensionen einer im Jahre 1867 in der Maschinenfabrik der k. k. privil. österr. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft in Wien (Director Haswell) erbauten Locomotive, der Haswell'schen (illustrirten) Zusammenstellung hier in der Note 1 aufzunehmen, welche 1873 dem Verfasser zum Geschenk gemacht wurde. Das betreffende, vortrefflich gezeichnete und schön lithographirte Blatt ist als Type 44 mit „System Haswell" bezeichnet.

Fig. 336.



Die Ansichten über die Vortheile und Nützlichkeit der Locomotiven nach Hall'schem System ist heute noch sehr verschieden und zwar waltet bald Lob[2]), bald Tadel[3]) und nicht minder die grösste Zweideutigkeit[4]) ob.

---

der österreichischen Staatsbahn etc." Wien 1873, wird in der Vorrede vom Director Haswell hervorgehoben, dass er im Jahre 1855 die erste Lastzug-Locomotive mit acht gekuppelten Rädern gebaut habe, welche mit verschiebbarer Hinterachse ausgestattet war.

1)

	Meter.		Meter.
Räderdurchmesser	1,070	Totale Länge der Feuerkiste	1,90
Radstand	3,450	Totale Heizfläche	183,20 □
Cylinderdurchmesser	0,500	Rostfläche	1,84 □
Kolbenhub	0,610		Kilogr.
Kessel-Durchmesser	1,450	Gewicht der 1. Achse	11700
„ Länge	4,625	„ „ 2. „	11700
Siede-(Feuer-)Rohrzahl	230	„ „ 3. „	12050
Röhrendurchmesser (äusserer)	0,052	„ „ 4. „	11850
Heizfläche der Röhren	173,8 □	Gewicht im Dienst	47300
		„ leer	41400

Grösste Länge der Locomotive	8,925	Meter
„ Breite „ „	3,00	„
„ Höhe „ „	1,50	„

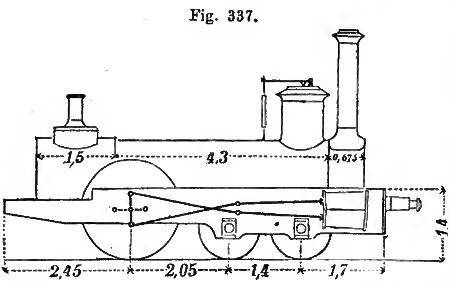
2) Im officiellen deutschen Berichte über die Wiener internationale Ausstellung vom Jahre 1873, lautet (Bd. II, S. 257) dies Urtheil folgendermaassen: „Es ist einigermaassen auffallend, dass dies vortreffliche System sich nur langsam Bahn bricht. Vielleicht trägt der Umstand mit dazu bei, dass die Anwendung desselben bei Locomotiven mit drei oder vier gekuppelten Achsen durch die nothwendige Stärke der Kurbeln eine Breite bedingt, welche sich schwer mit den bedauerlich engen Normalbreiten des Vereins deutscher Eisenbahnen vereinigen lässt." — Tilp brach neuerdings eine Lanze für das Hall'sche System in Heusinger's Organ etc., 1876, S. 94.

3) Heusinger, Handbuch etc., dritter Band, S. 912 (§. 11). Ferner im Organ etc., Jahrg. 1876, S. 26 (v. Leoben gegen Tilp).

4) Im Referate über die sechste Versammlung (in Düsseldorf) der Techniker

Im Jahre 1861 construirte Haswell seine berühmt gewordene Eilzugs-Locomotive „Duplex" und schickte diese zur Londoner Weltausstellung von 1862, wo diese Maschine viel Aufsehen erregte. Bei dieser Locomotive (Fig. 337) wollte Haswell ein Ausgleichen der bewegten Massen herbeiführen, ohne dass das Anbringen von Gegengewichten (S. 343) erforderlich wird, überhaupt diejenigen Störungen möglichst beseitigen, welche man mit dem Namen des Zuckens oder Ruckens (Vor- und Rückwärtsbewegung des Schwerpunktes des ganzen Rahmenbaues) und Schlängelns (Drehen der Locomotive um eine durch ihren Schwerpunkt gehende Verticalachse bezeichnet [1]).

Fig. 337.



Hierzu war diese Maschine mit vier Dampfcylindern, auf jeder Seite zwei, ausgestattet, deren Lenkstangen auf einen vierwarzigen Krummzapfen wirkten, wobei die Warzen um je 90 Grad von einander entfernt waren, wie dies für gegenwärtigen Zweck hinlänglich aus unserer Skizze erhellt [2]).

---

deutscher Eisenbahnen wird S. 211 folgender Schluss gebildet: „Die vorliegenden Erfahrungen ergeben, dass sich gegen die Verwendung der Maschinen nach dem Hall'schen Systeme im Allgemeinen keine Anstände herausgestellt haben." — Zu den erwähnten Erfahrungen gehört aber, dass die österr. Südbahn 232 Maschinen nach diesem Systeme im Dienste hat, die Kaiser-Ferdinand-Nordbahn 81 Lastzugmaschinen, die Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn 25, die ungarische Westbahn, sowie die östliche und die ungarische Staatsbahn nur Locomotiven nach dem Hall'schen Systeme haben. Die Oberschlesische Bahn besitzt 115 dreifach gekuppelte Maschinen dieses Systems, die Kaiser-Franz-Joseph-Bahn 110 solche Maschinen, die Kaiserin-Elisabeth-Bahn 76 etc. etc. (Referate etc. S. 209 etc.). — Ein ebenfalls zweideutiges Urtheil fällen Brosius und Koch in ihrer „Schule des Locomotivführers". Zweite Auflage 1874, S. 411.

1) Eine ältere, vom englischen Ingenieur Bodmer seiner Zeit in Vorschlag gebrachte Idee zu gleichem Zwecke, nämlich in jedem Cylinder zwei sich gegen und von einander bewegende Kolben in Anwendung zu bringen (Bd. 1, S. 533, Note 22) wird später im Artikel „Gegengewichte an den Triebrädern der Locomotive" besprochen.

2) Die der Skizze (Fig. 337) eingeschriebenen Metermaasse beziehen sich auf die von Haswell zur Londoner Industrie-Ausstellung von 1862 gesandte Schnellzugmaschine „Duplex", worüber auch Sammann berichtet (Londoner Ausstellungsbericht, Heft 17, Classe 5, S. 496) und vollständige Beschreibung und Zeichnungen im vierzehnten Jahrgange (1862) der Zeitschrift des österreichischen

Uebrigens hatte Haswell auch Hall's Patent, Aussenrahmen mit in denselben laufenden Kurbelnaben, in Anwendung gebracht, um möglichst alle Vortheile in einer Construction zu vereinigen.

Bei Versuchen mit einer derartigen Maschine auf der Wien-Neu-Szöny'er Eisenbahnstrecke soll sich die Annahme gerechtfertigt haben, dass bei Eilzug-Locomtiven, welche mit möglichst grosser Geschwindigkeit fahren, dies Vier-Cylinder-System sowohl wesentlich zur Erzielung eines ruhigen Ganges als auch zur Erhaltung der Bahn beitrage[1]).

Dessenungeachtet scheint selbst bei den österr. Staatsbahnen dies Locomotivsystem keinen Eingang gefunden zu haben, indem solches namentlich in den wiederholt erwähnten „Locomotiv-Typen der Staats-Eisenbahn-Gesellschaft," später nicht weiter erwähnt wird[2]). Diese Thatsache erklärt sich wohl einfach dadurch, dass man, bei den zur Zeit üblichen Fahrgeschwindigkeiten jene störenden Bewegungen (Schlingern, Rucken oder Zucken) einfacher durch Gegengewichte an den Triebrädern in genügender Weise unschädlich zu machen im Stande ist.

Den gewaltigsten Anlauf zur Construction mächtiger Locomotiven nahmen in den 60er Jahren mehrere französische Ingenieure, wovon jedoch nur die Anordnungen Petiet's, Flachat's und Thevenot's einige Beachtung verdienen[3]).

Petiet, Chef-Ingenieur der französischen Nordbahn, hat zwei Gattungen, schwerer Güter-Locomotiven, beide Tendermaschinen (von Gouin in Paris

---

Ingenieur-Vereins, S. 111, Blatt 18 zu finden sind. In dem vorerwähnten Werke „Illustrirte Typen etc., der von Haswell dirigirten Wiener Fabrik", findet sich eine schöne Abbildung der Locomotive „Duplex" unter Nr. 33.

1) Ausführlich über diese Versuche wird in der soeben citirten Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, S. 115 u. s. w. berichtet. Nicht unerwähnt dürfte von den mannigfachen sich hier findenden Details bleiben, dass für alle vier Cylinder nur zwei Dampfschieber vorhanden sind, die innerhalb der Rahmen liegen.

2) Petzholdt erzählt (im dritten Bande S. 880, von Heusinger's Handbuche der spec. Eisenbahntechnik), dass zwar, für die Eisenbahnlinie Wien-Neu-Szöny, nicht weniger als 12 Stück dieser Haswell'schen viercylindrigen Locomotiven in Bestellung gegeben worden wären, jedoch in Wirklichkeit nur ein Exemplar (wahrscheinlich das der Londoner Ausstellung) ausgeführt wurde, während man die anderen 11 Stück wieder zweicylindrig, mit Gegengewichten an den Triebrädern etc. baute.

3) Ueber das Locomotivproject eines gewissen Rarchaert mit gegliedertem Untergestell, 12 Rädern und 6 gekuppelten Achsen, ohne den Mechanismus in zwei Theile zu trennen, mit sogenannter doppelter Kuppelung, unter Anbringung von Gegenkurbeln u. s. w., sehe man Heusinger's Organ, Jahrgang 1864, S. 128 und Jahrgang 1865, S. 28. Ferner sind die Maschinen von J. J. Meyer und Sohn in Paris zu erwähnen, mit ebenfalls 12 gekuppelten Rädern, jedoch in zwei Systeme (ähnlich wie bei Petiet'schen Locomotiven) oder Gruppen zu 6 Achsen vertheilt. Man sehe deshalb Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 3, p. 601.

erbaut), in Betrieb gebracht. Die Gattung von 1862 mit zwei Cylindern und vier gekuppelten Achsen unter dem Kessel findet sich als Skizze auf der nachher folgenden Uebersichtstafel A. verschiedener Locomotivgattungen. Die noch kräftigere zweite Gattung, gleichfalls Tendermaschine, vom Jahre 1863 hat 4 Cylinder und 6 Triebachsen und ist auf der erwähnten Tafel als Skizze ebenfalls zu finden.

Die hauptsächlichsten Maas- und Gewichtsverhältnisse beider und noch anderer schwerer Locomotivgattungen, wovon 1864 auf der erwähnten Nordbahn beziehungsweise 35 und 10 Stück[1]) im Betriebe waren, finden sich in guter, übersichtlicher Zusammenstellung in einer Arbeit des Ingenieurs Lommel in St. Gallen in Heusinger's Organ etc., Jahrg. 1866, S. 141, welche die Ueberschrift trägt: „Die neueren Locomotivsysteme zum Befahren ausnahmsweiser Steigungen uud kleinerer Curven." Auch Fink's Arbeit über denselben Gegenstand, S. 70 derselben Quelle verdient Beachtung.

Beide Maschinengattungen sollten bei möglichst grosser Zugkraft vor Allem viel Heiz- und Rostfläche bei einem Minimum von Totalgewicht erhalten. Um dies zu erreichen, wurde das ganze Gewicht für die Adhäsion nutzbar gemacht, die Feuerkiste über den Maschinenrahmen und über die Räder gelegt, der Dampfraum verringert, ein Dom ganz weggelassen, die Feuerröhrenzahl vermehrt u. dgl. m.

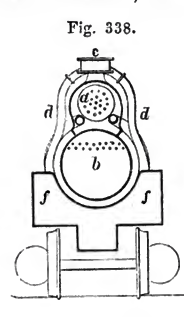
Damit ferner der Dampf den gehörigen Grad von Trockenheit erhalte, wurde über dem Kessel b, Fig. 338, parallel zur Längenrichtung desselben, ein Dampfreservoir a gebildet[2]), in welchem sich eine Anzahl dünner Röhren

1) Heusinger's Organ, Jahrgang 1865, S. 56 und besonders Jahrgang 1866, S. 175 in einem Artikel, welcher die Ueberschrift trägt: „Ueber den Locomotivbau in Frankreich." Dann in dem bereits wiederholt citirten (Sammann'schen) amtlichen Berichte über die Locomotiven der Londoner internationalen Industrie-Ausstellung vom Jahre 1862, Heft 13, Classe 5, S. 483. Brüll, Etude sur les locomotives à marchandises de grande puissance, in den Mémoires etc. de la Soc. des Ingenieur-Civils, Année 17 (1864). p. 109. Ueber die viercylindrigen Petiet'schen Locomotiven ausschliesslich handelt, mit vier schönen Tafeln Abbildungen begleitet, ein Abschnitt in Bd. 16, S. 133, Jahrgang 1866 der Publication Industrielle des Machines etc. von Armengaud ainé. Petiet-Gouin'sche viercylindrige Maschinen wurden auch bereits für die spanische Bahn von Saragossa nach Alsasua erbaut. Beschreibung und Abbildung dieser Locomotiven enthält Oppermann's Portefeuille des machines, Janvier 1864 und hieraus Heusinger's Organ, Jahrgang 1864, S. 255.

2) Locomotivkessel ohne Dampfdome und statt letzterer mit einer durchlöcherten Röhre im Obertheile des Kessels parallel dessen Längenrichtung ausgestattet, scheint Hawthorn zuerst in Anwendung gebracht zu haben. Man sehe deshalb dessen Patent Specification vom 21. Mai 1839, Nr. 8277. Beyer, Peacock & Comp. (Gorton Foundry) in Manchester haben später diese Hawthorn'schen Dampftrocknungsröhren bei Express-Personen-Locomotiven wieder in Anwendung gebracht, wovon sich unter Anderm eine schöne Abbildung in Colburn's Locomotive-Engineering Part 1, Plate 3 vorfindet. Beachtenswerthe Bemerkungen enthält der Text Part 4, p. 69. In jüngster Zeit macht namentlich

befindet. Die heissen Gase (Verbrennungsproducte), welche aus der Rauchkammer kommen, ziehen theils durch diese Röhren, theils umspielen sie das Dampfreservoir. Da ferner die Erhöhung der Feuerkiste über den Rädern, die Dampftrockenkammer *a* und endlich der Regulatorkasten *c* mit dem Dampfabsperr- und Regulirungsschieber nicht genug Raum für einen vertical stehenden Schornstein boten, so war man gezwungen, denselben in fast horizontaler Lage über dem Kessel anzubringen, was den Maschinen (Uebersichtstafel A) ein seltsames, nicht eben gefälliges Ansehen verleiht [1]). Uebrigens muss hervorgehoben werden, dass Petiet bei den zwölfrädrigen Maschinen die vorher besprochene Beugniot-sche Anordnung zur Achsenverschiebung in Anwendung brachte, wodurch er diese Locomotiven für Gebirgsbahnen mit sehr kleinen Radien geeignet machen wollte [2]).

Fig. 338.



Ohne einerseits die Richtigkeit sehr günstiger mit dem Petiet-Gouin-schen Maschinen erlangter Versuchsresultate (für besondere Fälle) bezweifeln zu wollen [3]), sowie ohne andererseits diese Constructionen geradezu als Auswüchse des Maschienenbaues oder als Ungeheuerlichkeiten zu bezeichnen [4]),

---

die Locomotiv-Fabrik „Krauss“ in München, von den Hawthorn'schen Dampfröhren Gebrauch.

1) In Fig. 338 sind die Röhren, welche den Cylinder möglichst trocknen Dampf zuführen, mit *dd* bezeichnet, während durch die Buchstaben *ff* der Tender-Wasserbehälter angedeutet ist.

2) Brockmann: Ueber schwere Güterzugmaschinen in Heusinger's Organ, Jahrgang 1865, S. 59. Es dürfte hier der geeignete Ort zur Bemerkung sein, dass sich bereits seit 1857 Bridges Adams in England und Roy in Frankreich um die Einführung der schon S. 237 besprochenen Radial-Axle-Boxes oder Boîtes bei den Locomotiven bemühen, jedoch immer noch nicht die erwartete Anerkennung finden können. Man sehe deshalb Colburn's Locomotive Engineering, p. 98, sowie die Abbildung einer Locomotive der St.-Helens-Bahn, Platte 23. Ferner Adam's Patent Specification Nr. 2896 und Nr. 3195 von 1863. Endlich wegen Roy's „Boîtes“: Perdonnet's Traité élémentaire des chemins de fer, Tafel III, p. 626. Auch Arnoux's Locomotives articulés sind an letzterer Stelle erwähnt. Ueber dieselben handelt übrigens ausführlich Hartwig in Erbkam's Zeitschrift für Baukunst 1856, S. 136. Perdonnet bespricht ebenfalls Arnoux's Locomotiven in Bd. 3, S. 109 seines „Traité élémentaire des chemins de fer.“

3) Heusinger's Organ 1865, S. 59 und besonders Petiet, Experience in den Annales des Machines Serie 7, 1864, Tome 5, p. 137 und ebendaselbst Couche Rapport p. 157.

4) Heusinger's Organ, Jahrgang 1864, S. 255. Eine sehr ungünstige Beurtheilung erfahren diese französischen neueren Gebirgslocomotiven in der englischen Zeitschrift „The Engineer“, Jan. 1865, p. 51. Nicht besser lautet das

dürfte die Entscheidung, ob derartige Maschinen mit einer grösseren Anzahl (mindestens vier) gekuppelter Achsen, beziehungsweise zwei oder vier Cylindern (Doppelmaschinen) fernerhin zu bauen sein würden oder nicht, ebenso der Erfahrung zu überlassen sein, wie die Frage, ob es nicht unter allen Umständen gerathen sein dürfte, bei Gebirgsbahnen, wo eine einzige kräftige Maschine gewöhnlicher Art nicht ausreicht, gleichzeitig zwei einfache Maschinen vor die Züge zu spannen [1]).

Flachat's Locomotiven sollten als Betriebsmaschinen für Alpen-Bahnen dienen, beispielsweise für ein Project über den St. Gotthard mit Steigungen von $1/_{20}$ und Curven von 60 Fuss Radius [2]).

Hierzu brachte dieser Ingenieur einen „Kesselwagen" an der Spitze jedes Zuges in Vorschlag, mit kleinen Cylindern, blos zum Selbstbewegen bestimmt, während jeder Schlepp-Tender und jeder angehangene Personen- und Güterwagen mit besonderen Dampfcylindern ausgestattet sein sollte, denen der Dampf durch entsprechende elastische oder gegliederte Röhren, vom Kesselwagen aus, zugeführt werden musste. Obwohl dieses System bei der Ausführung und bei der Verwendung zu den grössten Bedenken Veranlassung geben musste und nicht zur Ausführung kam, auch theilweis an Verpilleux's [3]) und Sturrock's [4]) Locomotiven mit Dampfmaschinen-Tender erinnerte,

---

Urtheil in Wöhlert's Aufsatze, den Locomotivbau betreffend in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 14 (1864), S. 453 u. s. w.

1) Wie es Seitens der rationellen Praktiker um die Beantwortung der hier angeregten Fragen zur Zeit noch steht, davon giebt das betreffende Referat der Techniker deutscher Eisenbahnverwaltungen (Conferenz im September 1865 zu Dresden, Nr. 19, S. 121) das beste Zeugniss. Von 15 verschiedenen Bahnverwaltungen gaben sieben den Maschinen mit zwei Cylindern vor jenen mit vier Cylindern den Vorzug und sprachen dabei die Ansicht aus, unter Umständen statt letzterer lieber zwei einfache Maschinen zusammengekuppelt zu verwenden. Die Verwaltung der österreichischen Staatsbahn-Gesellschaft machte die Mittheilung, dass es ihr bereits gelungen sei, eine solche verbesserte Construction bei mehreren ihrer Gebirgsmaschinen herzustellen, deren Leistungen und gutes Verhalten in Curven von 60 Klafter (113,76 Meter) Radius und auf Steigungen von 1 zu 50 sich durch einen $1^1/_2$-jährigen Betrieb vollständig bewährt hätten. Gegen die Verwendung zweier gekuppelter Maschinen, in besonderen Fällen bei Gebirgsbahnen, sprach sich die Minorität der Versammlung deshalb aus, weil der Begriff „einfach" nicht mit „wohlfeil" zu verwechseln sei, beispielsweise bei gleicher Leistung der „Brennmaterialverbrauch" bei zwei kleineren Maschinen jedenfalls bedeutender sein werde, als bei einer einzigen grossen Maschine, die Kosten für Bedienung und Instandhaltung noch gar nicht in Betracht gezogen u. s. w. Man sehe in Bezug auf neuere Nachrichten über Maschinen des Systems Petiet auch Heusinger's Handbuch etc. Bd. III, S. 959 §. 15.

2) Colburn, Locomotive-Engineering, Part 5, p. 88 (mit Abbildungen in Holzschnitt) und Heusinger's Organ 1866, S. 142.

3) Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 3, p. 598 und Lechatelier, Flachat etc. in dem Guide du Mécanicien-Constructeur, Supplement 1865, p. 66.

4) Heusinger's Organ, Jahrgang 1865, S. 27 mit Abbildung auf Tafel II,

wodurch eine oder zwei auf den Tender angebrachte Dampfmaschinen das todte Gewicht des Schlepptenders für die Adhäsion nutzbar gemacht wurde — so ist dasselbe doch als eine Idee zu betrachten, die vielleicht nur einer praktischen Ausbildung bedarf, um in besonderen Fällen von Nutzen sein zu können [1]).

Den kolossalsten Bau aller bis jetzt bemerkenswerthen Projecte bildet Thouvenot's in Vorschlag gebrachte Gebirgs-Tender-Locomotive für scharfe Curven [2]), wovon sich auf der später folgenden Uebersichtstafel A. eine Skizze befindet.

Die allgemeinen Merkmale dieser Locomotive sind erstens ein kolassaler Kessel mit doppelter Feuerung in der Mitte, und mit Feuerkiste und Schornstein an jedem Ende, zweitens zwei getrennte, sechsrädrige Gestelle, wovon ein jedes unabhängig von dem anderen um einen Verticalzapfen am Kessel drehbar ist, und drittens getrennte Mechanismen, bestehend aus je zwei Dampfcylindern mit ihren Vertheilungs- und Transmissionsapparaten.

Ebenfalls um die Mitte der 60er Jahre herum tritt der Engländer Fairlie mit einem ähnlichen Systeme von Locomotiven auf (mit dem Namen Duplex's Locomotiven bezeichnet), obwohl dies nur auf seine Detailconstructionen bezogen werden kann, indem die ganze Anordnung keine andere ist, als die der Locomotive Seraing, welche bekanntermassen (schon 1851) zu den Semmering-Preislocomotiven (Seite 370) gehörte [3]). Die Prioritätsfrage dürfte sich ganz

---

und Colburn's Locomotive-Engineering, Part 9, Plate 25: Great Northern Railway „Steam-Tender". Ferner Morandière in den Mémoires etc. de la Soc. des Ingénieurs-Civils, 1866, p. 251, Planche 60. Endlich auch Petzholdt im dritten Bande des Heusinger'schen Handbuches, S. 950.

1) Locomotiven mit Motortender sollen in zahlreichen Exemplaren in den Werkstätten des Grand Central Belge in Loewen nach den Plänen des Directors der Gesellschaft Maurice Urban, praktisch ausgeführt worden und als Güterzugmaschinen für den Betrieb der schwersten Züge in Anwendung sein. Abbildung und Beschreibung einer dieser Maschinen liefert Petzholdt im dritten Bande des Heusinger'schen Handbuchs für specielle Eisenbahntechnik S. 950, Tafel LVII.

2) Thouvenot war dirigirender Ingenieur der bekannten Eisenbahn von Paris nach Sceaux, wo Arnoux's articulirtes Wagen- und Locomotivsystem (S. 234) noch jetzt in Anwendung ist. Später wurde Thouvenot Bahn- und Betriebs-Ingenieur der schweizerischen Westbahnen (Canton Wallis). Dem Verfasser liegt sowohl der Auszug einer Abhandlung in Armengaud's Génie Industriel vom November 1865 vor, welche den Titel führt: Notice sur une Locomotive à fortes rampes de grande puissance par Ch. Thouvenot, als auch Heft 4 (1866) von Heusinger's Organ, wo von S. 141 an der Ingenieur Lommel in St. Gallen denselben Gegenstand in eigenthümlicher Weise behandelt.

3) Als geschichtliche Notiz muss hier die Bemerkung Platz finden, dass die Cockerill'sche Semmeringmaschine „Seraing" die Erfindung eines deutschen Ingenieurs Lausmann ist, der seiner Zeit Maschinenmeister der Bergisch-Märkischen Eisenbahn war und sich diese Construction als „Doppellocomotive" für Preussen patentiren liess. Von Cockerill wurde diese Maschine nach den von Lausmann übergebenen Plänen gebaut.

in dem vorbemerkten Sinne beantworten, wenn man beachtet, dass Fairlie selbst das Princip seiner Locomotive darin bestehend bezeichnet, dass sie aus zwei Maschinen gebildet ist, welche mit ihren beiden Feuerkisten derartig vereinigt sind, dass der ganze Doppelkesselbau ein in gerader Linie liegendes unbiegsames Ganzes bildet, während zwei völlig getrennte Dreh- oder Truck- (Bogie)-Gestelle die besonderen Wagen bilden, worauf der ganze Oberbau montirt ist[1]). Mittelst dieser beiden Untergestelle lässt sich das ganze Maschinenwerk bis zu einem gewissen Maasse drehen und durch Radialstellung der Achsen verhältnissmässig kleinen Bahncurven anschmiegen. Die Fairlie-Locomotive ist daher überhaupt als eine amerikanische Drehschemel-Maschine zu betrachten, bei welcher man den alten Laufschemel zum Motor-Schemel umgestaltet hat.

Als ganz besonders empfehlenswerth und Epoche machend bezeichnete Fairlie sein System (Doppelbogie-System) für sogenannte schmalspurige Bahnen.

Auf der damals einzigen Schmalspurbahn Englands (mit 2 Fuss = 0,61 Meter Spurweite) der Bahn von Portmadok (Hafenplatz in Nord-Wales, nach den Schieferbrüchen bei Dinas und Festiniog (Festiniog-Bahn)[2]) wurde vom Jahre 1870 an die erste derartige Maschine (eine achträdrige Doppel-Bogie-Maschine) in Betrieb genommen, der man den etwas marktschreierisch klingenden Namen „Little Wonder" gegeben hatte[3]). Einige Jahre später

---

1) Engineering vom 18. März 1870 und 16. September desselben Jahres. Ferner ebendaselbst 1871 vom 29. December. (Abbildungen folgen hier S. 417 u. 418.)

2) Die ältesten Abbildungen einer Fairlie-Locomotive fand der Verfasser in der englischen Zeitschrift „The Engineer" vom 2. December 1864. Bereits am 7. Mai 1868 wurden Versuchsfahrten mit einer Fairlie-Locomotive („Progress" mit Namen) gemacht, worüber ausführlich berichtet wird von H. Simon in seinem 1870 in Manchester erschienenen Buche: „Das Fairlie'sche Patent-System etc.", S. 42 etc.

3) Die Länge dieser Bahn (von Portmadok bis Festiniog) beträgt 13 engl. Meilen. Die Gegend ist derartig gebirgig, dass nicht ein einziger Fuss der ganzen Strecke horizontal ist. Der Endpunkt der Bahn (auf der Höhe) ist Festiniog mit seinen berühmten Schieferbrüchen. Die stärkste Steigung, über welche Passagiere befördert werden, ist $^1/_{80}$; ein Theil der Locomotivbahn, der in die Brüche führt, hat Steigung von 1 in 60. Uebrigens folgen *S*-Curven auf *S*-Curven und ein Zug von mittlerer Länge ist manchmal auf drei Curven zugleich. Der kleinste Krümmungshalbmesser ist in einem Falle nur 125 Fuss und beinahe ein Halbkreis. (Die Festiniogschen Schieferbrüche finden sich abgebildet und beschrieben in der Zeitschrift „The Engineer" vom 18. Juni 1869, p. 421.)

In der zuletzt angegebenen englischen Quelle (jedoch ein Jahr später, Mai 1870, p. 316) sind die Hauptverhältnisse und Maasse der achträdrigen Locomotive „The Little Wonder", wie folgt verzeichnet:

Durchmesser der Dampfcylinder . . .	$8^3/_{16}$ Zoll (engl.)
Hub der Kolben	1 Fuss 1 Zoll
Zahl der vorhandenen Cylinder . . .	4
Durchmesser der acht Bogie-Räder .	2 Fuss 4 Zoll
Radbasis in jedem Bogie	5 „ — „

baute Fairlie seine Duplex-Locomotiven für schmalspurige Bahnen in den vereinigten Staaten von Nordamerika und in Canada, in Südamerika, Peru und Brasilien, dann aber auch für Bahnen mit Normalspur (von 4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll engl. = 1,435 Meter) z. B. für Schweden, Belgien und Mexiko und endlich für südrussische Bahnen (mit 1,524 Meter Spurweite), sowie auch für Irland, wo die Spurweite sogar 1,60 Meter ist.

Die folgenden Skizzen, Fig. 339 und 340, lassen die wesentlichsten Theile einer Fairlie-Duplex-Güter-Locomotive „Tarapaca" genannt, für die Iquiqui-Eisenbahn in Peru erkennen, in welcher Steigungen von $\frac{1}{26}$ vorkommen [1]).

Selbstverständlich bezeichnen die Buchstaben *KK* die beiden getrennten und doch auch geeignet verbundenen Kessel, *F* die Feuerkisten, *R* die Rauchkisten, *ff* die Feuerrohre, *s* die Schornsteine, *b* die Blasrohre etc. etc.

In Fig. 340 sind zwei (von den vier vorhandenen) Dampfcylindern mit den Buchstaben *CC* bezeichnet, während *n* die zugehörigen Schieberkasten sind.

Abstand beider Bogie-Mitten	14	Fuss	1	Zoll
Totale Radbasis	19	„	1	„
Dampfkessel-Durchmesser	2	„	6	„
„ Länge	7	„	6	„
Länge der Feuerröhren	7	„	10	„
Aeusserer Durchmesser derselben	—	„	$1\frac{1}{2}$	„
Zahl der Feuerröhren	218			
Heizfläche der Röhren	650	□-Fuss		
„ „ Feuerkiste	60	„		
Rostfläche	11	„		
Dampfpressung	160	Pfd. pro □-Zoll		

Gewicht der Maschine im Arbeitszustande $19\frac{1}{2}$ Tons.

(Der angegebenen Quelle sind auch, leider ohne Angabe des Maassstabes, mehrere Abbildungen der Double-Bogie Tank Locomotive „Little Wonder" beigegeben).

Eine andere Quelle (Simon, das Fairlie'sche Patent-System, Manchester 1870, S. 57) giebt an, dass mittelst einer solchen Maschine, auf der Festiniog-Bahn, bei Regenwetter eine Last von 113 Tons 16 Ctnr. und inclusive Maschine total 133 Tons 16 Ctnr. mit einer Geschwindigkeit von 25 bis 35 Meilen die Bahn aufwärts gefördert worden wären.

Die Personenwagen der Festiniog-Bahn wiegen (nach Simon) 30 Ctnr. und fassen dabei 12 Passagiere, so dass sich pro Person ein todtes Gewicht von 125 Kilogramm, also viel weniger, als bei den neuesten Personenwagen der preuss. Staatsbahnen, wo sich bei den Wagen 4. Classe (oben S. 305) ein todtes Gewicht von 137 Kilogramm pro Passagier ergab.

1) Engineering vom 16. September 1870, S. 201. Die zugehörigen Abbildungen auf S. 201 und auf einem grossen Extrablatte (nach S. 206) entbehren wieder des Maassstabes.

Die einzige dem Verfasser bekannt gewordene Abbildung (Zeichnung), wo ein Maassstab beigegeben ist, findet sich in Couche „Matérial Roulant etc." Tome II. Pl. LXXIII und zwar gehört diese Locomotive der schwedischen normalspurigen Nassjo-Oscarsham-Bahn an

Die schwierigsten Theile einer solchen Maschine sind immer die Stellen, wo die Leitung des frischen Kesseldampfes zu den Cylindern erfolgt und wo der Dampf in die Blasrohre *d* geführt wird, nachdem derselbe seine Arbeit im Cylinder verrichtet hat. In unserem Beispiele hat man das Dampfzuführrohr *d* durch den hohlen Drehzapfen *c* des Bogies geführt, wozu eine auf dem Bogie (Truck)-Rahmen liegende Trägerconstruction $\alpha\,\beta$ vorhanden ist [1]). Die Dampfabführung anlangend werde beachtet, dass *m* den Ausströmungscanal vom Schieberkasten *n* aus bezeichnet, während *a a* ein Verbindungsrohr zwischen *m* und dem Blasrohre *b* ist. Oben und unten ist das Verbindungsrohr *a* mit entsprechenden Kugelgelenken versehen um das erforderliche Spiel erzeugen zu können.

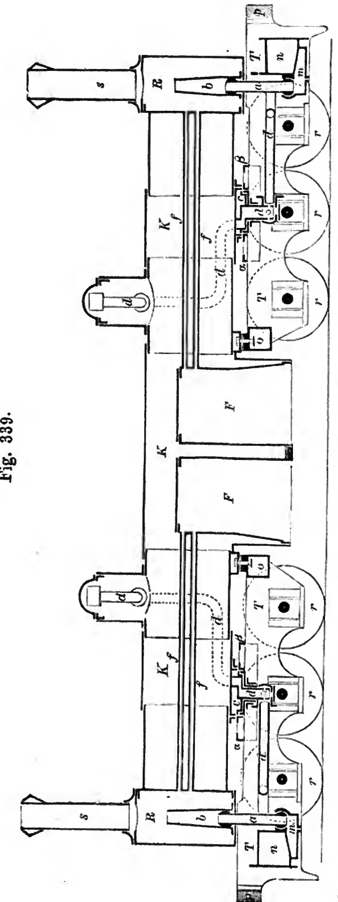


Fig. 339.

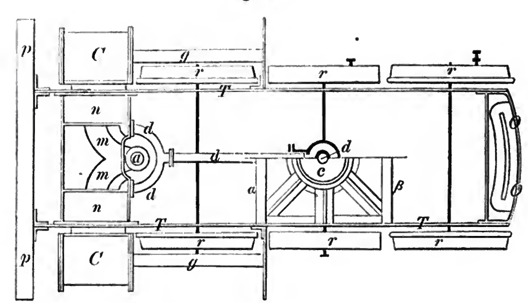
Zum ferneren Verständniss der ganzen Construction werde noch bemerkt, dass mit *T T* der Maschinenrahmen bezeichnet ist, wozu die Holzquerschwellen *p p* gehören, sowie endlich *o o* noch secundäre Auflagerpunkte sind, um die Stabilität des Kessels herzustellen [2]).

1) Bei anderen **Fairlie**-Maschinen gehen die Dampfrohre auf gewöhnliche Art zu den Bogies und sind mit den Cylindern durch ein T-förmiges Ende verbunden, dessen Arme nach einem Radius von dem Mittelpunkte des Drehgestelles aus gekrümmt sind. Diese Arme haben in ihrer Achsenrichtung das nöthige Spiel, um sich in Ansätzen der Dampfcylinder hinein und heraus zu bewegen, soweit es zu durchfahrende Bahnkrümmungen erforderlich machen. In guter Abbildung findet sich die Anordnung der Dampf-Zuführ- und Abführung, bei den **Fairlie**-Maschinen der schwedischen Nassjo-Oscarsham-Bahn, in **Couche**'s Werke „Voie Matériel Roulant" Tome II, p. 538, Pl. LXXIII u. LXXIV.

2) Es dürfte von Interesse sein, die vorzüglichsten Dimensionen und Verhältnisse der **Fairlie**-Locomotive „**Tarapaca**" hier zu verzeichnen:

Erwähnt zu werden verdient noch, dass **Fairlie** sein System auch als **Motortender** (Motor-Tank) ausgeführt hat, über welche Maschinengattung bereits vorher Seite 338 berichtet wurde. Ueber die Vortheile und Nachtheile

Fig. 340.



des **Fairlie**'schen Maschinensystems ist bereits sehr viel gestritten worden, ohne dabei zu einer ganz bestimmten Entscheidung zu gelangen. So viel scheint indess gewiss, dass dasselbe immerhin für manche besondere Verhältnisse und Zwecke als beachtenswerth bezeichnet werden muss. An manchem übelen Urtheile ist übrigens auch die Art der Colportirung schuld und ferner die dem Systeme angedichteten Absurditäten. Ueber alle diese Dinge und Verhältnisse

---

Zahl der vorhandenen Dampfcylinder	4
Durchmesser der Cylinder	1 Fuss 3 Zoll (engl.)
Kolbenhub	1 „ 8 „
Durchmesser eines jeden der zwölf Räder	3 „ 6 „
Radbasis eines jeden Bogie	7 „ 8 „
Totale Radbasis	27 „ 11 „
Abstand der beiden Bogie-Zapfen	20 „ 3 „
Totallänge der ganzen Maschine von Bufferbalken zu Bufferbalken	38 „ 9 „
Kesseldurchmesser	3 „ 10 „
Länge der Feuerröhren	10 „ 9½ „
Zahl der Feuerröhren in jedem Kessel	130
Heizfläche der Feuerkiste	125 □-Fuss
„ der Feuerröhren	1500 Fuss
Gesammtheizfläche	1625 „
Rostfläche	21 □-Fuss
Inhalte der Wasserbehälter (Tanks)	2200 Gallons
Totalgewicht der ganzen Maschine im Betriebszustande	60 Tons.

Weiteres in unserer Quelle (Engineering vom 16. September 1870, p. 201), woselbst auch die Leistung einer solchen Maschine zu 661 effectiven Pferdekräften berechnet ist.

und Zustände belehren die unten notirten beiden Hauptschriften, beziehungsweise des Herrn von Weber in Wien[1]) und des Ingenieurs Brunner in Winterthur[2]).

Wir schliessen die Erörterung der Fairlie-Maschine mit folgender Tabelle, welche eine Zusammenstellung der bis 1873 gebauten Fairlie-Duplex-Locomotiven enthält[3]).

Nr.	Namen der Bahn.	Spurweite.	Anzahl der Maschinen.	Räderzahl der Maschinen.	Gewicht der Maschinen.
		Meter.			Tonnen
1	Festiniog-Bahn (Wales)	0,597	2	8	19,5
2	Patillos-Bahn (Peru)	0,762	2	8	28,0
3	Punental-Chicolay-Bahn (Peru)	0,762	3	8	28
4	Chimbote-Bahn (Peru)	0,915	3	12	46
5	Howland-Aspinwall-Bahn (Ver. Staaten) . .	0,915	2	8	35
6	Denver- u. Rio-Grand-Bahn (Ver. Staaten)	0,915	1	8	30
7	Glasgow- u. Cape-Breton-Bahn (N.-Schottld.)	0,915	3	8	32
8	Dunedin- u. Port-Chalmers-Bahn (N.-Seeland)	1,067	2	8	30
9	Livny-Bahn (Russland)	1,067	5	12	46
10	Toronto-Grey- u. Bruce-Bahn (Canada) . .	1,067	1	12	36
11	Toronto- u. Nippissing-Bahn (Canada) . . .	1,067	1	12	36
12	Canto-Gallo-Bahn (Brasilien)	1,100	1	8	40
13	Burry-Pont-Bahn (Wales)	1,435	2	8	28
14	Iquiqui-Bahn (Peru)	1,435	8	12	59
15	Pesagno-Bahn (Peru)	1,435	6	12	64
16	Tarapaco-Bahn (Peru)	1,435	4	12	60
17	Lima- u. Oroya-Bahn (Peru)	1,435	1	12	64
18	Lehigh-Valley-Bahn (Ver. Staaten)	1,435	1	12	65
19	Mexicanische Bahn (Mexico)	1,435	13	12	59
20	Nassjo-Oscarsham-Bahn (Schweden)	1,435	6	8	28
21	Luxemburg-Bahn (Belgien)	1,435	1	12	60
22	Poti- u. Tiflis-Bahn (Russland)	1,524	4	12	60
23	Tamboff-Saratoff-Bahn (Russland)	1,524	10	12	58
24	Grosse Süd-West-Bahn (Irland)	1,600	2	8	35

1) v. Weber (Freiherr, Hofrath in Wien) „Die Praxis des Baues und Betriebes der Secundärbahnen". Weimar 1873.

2) Brunner (Ingenieur in Winterthur), Die richtige Praxis der Schmalspurbahnen von Fairlie. Wahrscheinlich eine freie, erweiterte Arbeit Fairlie's, die 1872 unter dem Titel erschien: „The battle of the gauge renewed". Zürich 1873.

3) Brunner, a. a. O. S. 85.

Am Anfange der 70er Jahre gelingt es den drei schweizer Ingenieuren Riggenbach, Näff und Zschokke, nach dem Vorgange der Nordamerikaner [1]), das Blenkinsop'sche Zahnstangen-System (S. 313) zum Befahren des 1800 Meter über dem Meere und 447 Meter über dem Vierwaldstädter-See liegenden Rigiberges (Canton Schwyz) zur Ausführung zu bringen [2]).

Es bedarf wohl kaum der Bemerkung (auch nicht des Hinweises auf eine Abbildung in Bd. IV, S. 447 dieses Werkes), dass auch hier die Zahnstange, in erhöhter Lage, genau zwischen der Mitte der gewöhnlichen Bahnschienen liegt. Sowohl in letzterer Hinsicht, als besonders in Bezug auf die Disposition der hier in Anwendung gekommenen Locomotiven muss auf die hier folgenden Fig. 341—344 verwiesen werden.

Die doppeltgekröpfte Achse *w* Fig. 341, worauf die beiden Kolben der Dampfmaschine *c*, in gewöhnlicher (directer) Weise, ihre Bewegung übertragen, trägt zwei Getriebe *o* (jedes mit 14 Zähnen ausgestattet), die in ebenfalls zwei Zahnräder *n* (von je 43 Zähnen) fassen, die man auf der Achse der Hinterräder *m* festgekeilt hat und wodurch letztere in geeignete Umdrehung gesetzt werden. Da die Achse der Räder *n* nicht den Bewegungen der Laufräder *m*, sondern denjenigen der Triebachse *w* folgt, so hat man die Räder *m* auch nur lose auf dieselbe Achse gesteckt und nur am Abgleiten verhindert. Die Radzähne sind nach Kreisevolventen abgerundet und greifen schliesslich so in die Zähne *q* der (leiterartigen) Stange, wie dies ohne Weiteres aus Fig. 342 erhellt und was sonst Gestalt und Befestigung der Zahnstangenzähne *q* betrifft, aus Fig. 343. Des grossen Druckes und des nothwendigen sanften Zahneingriffes wegen, ist hier Material (Gussstahl) und Ausführung mit gleicher Sorgfalt ins Auge gefasst worden.

Die vordere Locomotivachse *n'* trägt ebenfalls zwei lose Laufräder *m'* und in der Mitte ein festgekeiltes Zahnrad, wie das *n* auf der Achse von *m*, allein es erhält keine selbständige Drehung, sondern dient ausschliesslich als Sperrrad, wenn die Maschine angehalten werden soll. Zu letzterem Zwecke hat man auf der Achse *n'* noch zwei besondere Bremsscheiben befestigt, gegen welche gewöhnliche Bremsbacken gepresst werden können. Sämmtliche Brems-

---

1) Madison- und Indiapolis-Eisenbahn (1848), S. 315, Note 3. Im Jahre 1867 erbaute man ferner die (zu Vergnügungsfahrten bestimmte) Eisenbahn auf dem 6243 engl. Fuss (1904 Meter) hohen Mount Washington, im Staate New-Hampshire (an der Eisenbahn von Boston nach Newport und Montreal) liegend, die höchste Spitze der White und Franconia Mountains, ein schönes Gebirgsland, welches man wohl auch gern die „amerikanische Schweiz" zu nennen pflegt. Diese Bahn hat Ansteigung bis zu $^1/_3$ (genauer von 33 Procent). Zur Orientirung beim Besuche der White Mountains kann besonders Appleton's (in New-York) Railway and Steam Navigation Guide (der Bradshaw der Engländer, der Henschel der Deutschen etc.) empfohlen werden.

2) Die Vitznau-Rigi-Bahn hat (bis auf die Höhe von Rigi-Kulm) eine Länge von 7050 Meter. Ausführlicher Bericht über diese Bahn und deren Betrieb wird besonders in folgenden zwei Quellen erstattet: Heusinger, Organ etc., Jahrg. 1870, S. 177; Kronauer (weiland Professor in Zürich), Die Rigi-Eisenbahn mit Zahnradbetrieb. Mit 3 Figurentafeln. Winterthur 1871 (Verlag von Wurster).

scheiben sind an ihrer Umfläche nicht glatt, sondern mit dreieckigen (keilförmigen) Nuthen ausgestattet, welcher Form auch die hölzernen Bremsbacken angepasst sind. Um ferner noch das Entgleisen der Locomotive, für den Fall zu verhindern, dass irgend ein fremdartiger Gegenstand zwischen die zusammengreifenden Zähne gerathen sein sollte, hat man an der Locomotive vorn und hinten starke Winkeleisenstücke *pp* Fig. 342 befestigt, welche unter die obern Flantschen der Zahnstangen greifen, wie dies hinlänglich in letzterer Figur angedeutet ist.

Bei der Thalfahrt ist der Zug offenbar gegen eine mögliche Beschleunigung (Acceleration) seiner Bewegung ganz sicher zu stellen, was in nachbemerkter Weise erreicht wird.

Der Zutritt des frischen im Kessel *K* entwickelten Dampfes im Zweigrohre *a* nach dem Schieberkasten *t* hin, wird durch gehöriges Stellen eines Drosselventiles *e* vollständig verhindert (abgeschnitten). Die Kolben saugen dafür durch das Rohr *d* atmosphärische Luft an und stossen diese durch das Rohr *a* wieder aus. Zu letzterem Zwecke befindet sich bei *e* noch ein geeigneter Ausströmungshahn, dessen Oeffnung so regulirt wird, dass die atmosphärische Luft, welche die Cylinder ausfüllen, nur mit bedeutendem Widerstande ausströmen kann. Der Hohlraum der beiden Schieberkasten *t* und die Röhre *a* übernehmen dabei die Rolle eines Windkessels, indem sich die Spannung der Luft darin etwas ausgleicht. Der Eintritt der in die Cylinder *c* zu bringenden frischen Luft geschieht bei einem Kasten *f* (Fig. 344), in welchem sich zwei Ventile *l* und *i* befinden. Das eine Ventil *i* öffnet sich in dem oberen Theile des Rohres *d* und gestattet (beim Arbeiten mit Dampf) den Abdampf nach dem Blasrohre zu treten. Das andere Ventil *l* sitzt auf dem Boden des Kastens *f*, öffnet sich in das Innere des letzteren und lässt atmosphärische Luft einströmen. Dabei verbindet ein Hebel *k* beide Ventile derartig, dass wechselweise beim Oeffnen des einen, das andere sich schliesst.

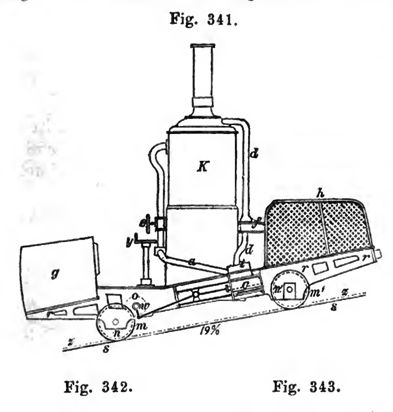


Fig. 341.

Fig. 342.

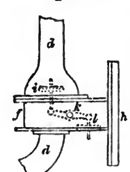
Fig. 343.

Beim Abwärtsfahren wird man daher *i* geschlossen, dagegen *l* offen halten.

Schliesslich werde bemerkt, dass sich auf der bergabwärtsgekehrten Seite der Maschine der Tender (Behälter für Wasser und Kohlen) *g* befindet und

dass, wenn abwärts gefahren wird, von diesem aus ein kleines Rohr nach den Cylindern *c* unter die Dampfschieber Wasser führt. Hierdurch bewirkt man einerseits ein Abkühlen des Kolbens, andererseits verhindert man das Trockenlaufen desselben. Der am anderen Ende der Maschine aus Gitterwänden gebildete Behälter *h* dient zur Aufnahme von Reisegepäck.

Fig. 344.



Das Gewicht einer solchen Locomotive im dienstfertigen Zustande beträgt 15000 Kilogramm. Dimensionen derselben sind unten in der Note 1 verzeichnet.

Im Jahre 1875 wurde noch eine zweite Rigi-Bahn eröffnet, die von Arth (am Zuger-See) aus über Goldau nach dem Kulm führt[2]).

Die Locomotiven dieser Bahn sind nach einem vervollkommneten System (Patent Riggenbach & Zschokke) ausgeführt. Im Gegensatze zu den vorbeschriebenen Maschinen haben diese neuen Locomotiven liegende Kessel, welche sich auf Bahn-Steigungen von $^1/_{10}$ in horizontaler Lage befinden, sonst aber auf- oder abwärts geneigt sind[3]).

Wahrscheinlich hat man die stehenden Kessel deshalb verlassen, weil diese in der Regel einen verhältnissmässig kleinen Dampfraum besitzen und die sich entwickelnden Dämpfe eine viel höhere Wassermasse zu durchbrechen (durchzuquälen) haben, viel Wasser mit sich fortreissen, abgesehen von der Gewichtsvertheilung u. dgl. m. Sobald die Bahn-Steigungen nicht zu steil sind, wird die Construction liegender Kessel nur entsprechende Kürze der Röhren verlangen, sowie der Betrieb die Bedingung stellen müssen, dass die höchste Stelle (die Decke) der Feuerkiste unter allen Umständen mit nicht zu wenig Wasser bedeckt ist.

Uebrigens ist auch hier die Kurbelachse der vierrädrigen Locomotive nur eine Vorgelegwelle, von welcher aus durch Zahnrad-Uebersetzung im Verhältniss von 1 : 2,4, die Bewegung auf die Triebachse übertragen wird, auf welche man zugleich die Laufräder aufgesteckt hat.

Derselben Anordnung scheinen (so weit dem Verfasser betreffendes Material bis April 1877 zu Gebote stand) auch die Locomotiven der ebenfalls von

---

1) Cylinderdurchmesser 270mm, Kolbenhub 400mm, Dampfdruck 9 Atmosphären Ueberdruck, Umläufe der Kurbelwelle pro Minute 125. Ferner der Triebachse 40, Durchmesser der Laufräder 636,6mm, Radstand 3000mm, Bahnspurweite 1435mm, Durchmesser des Kessels 1176mm, Anzahl der Feuerröhren 168, äusserer Durchmesser derselben 51mm, Länge dieser Röhren 1870mm.

2) A. M., „Die Arth-Rigi-Bahn". Mit 20 Illustrationen und einer Karte. Zürich, Verlag von O. Füssle & Comp. — Die Arth-Rigi-Kulm-Bahn hat eine Länge von 11172 Meter. Die stärkste Steigung ist nicht ganz $^1/_5$ (genau 19,63 Procent). Die mittlere Steigung ist $13^1/_3$ Procent. Die kleinsten Curven haben 180 Meter Radius.

3) Abgebildet in der vorher citirten kleinen, aber recht empfehlenswerthen Schrift „Die Arth-Rigi-Bahn in der Schweiz", S. 22. Leider steht dem Verfasser kein Längendurchschnitt dieser Locomotiven zu Gebote.

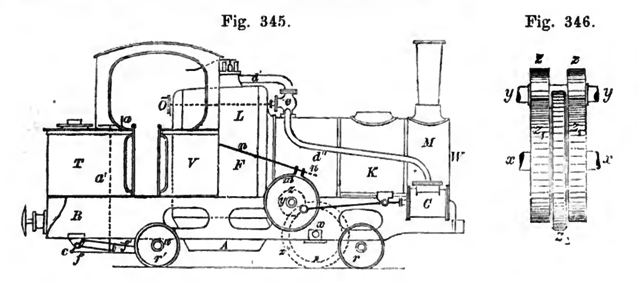
Riggenbach & Zschokke ausgeführten Zahnstangen-Eisenbahn zu sein, welche auf den Kahlenberg bei Wien führt [1]).

Folgende Fig. 345 bis mit 347 werden zum übersichtlichen (ersten) Studium dieser Tender-Locomotiven hinreichen, während zur Gewinnung specieller Einsichten in die Construction auf die fünf (grossen) Abbildungen unserer Quelle verwiesen werden muss.

Der Kessel K mit der Feuerkiste FL und der Rauchkiste M, alle diese Theile gleichen bis auf die sehr erhöhte Feuerkiste völlig denen, welche gewöhnlich bei Locomotiven in Anwendung sind. Ausserdem ist die Decke der Feuerkiste um $^1/_{10}$ gegen den Horizont geneigt, damit der darüber stehende Wasserspiegel beim Aufwärtsfahren der steilsten Bahnstrecke der gedachten Decke parallel ist. Bergab läuft die Maschine rückwärts.

Der Tender T ist gross genug, um 25 Ctnr. Steinkohlen zu fassen, während der unter der Plattform befindliche Wasserkasten R ein Volumen von 220 Gallon oder 1000 Liter Wasser aufzunehmen im Stande ist.

Fig. 345. Fig. 346.



Die Dampfcylinder c haben hier 13 Zoll (= 330 mm) Durchmesser, während der Kolbenhub 17,72 Zoll (= 450 mm) beträgt [2]).

Von der Krummzapfenwelle y (Fig. 346 im grösseren Maassstabe gezeichnet) wird die Bewegung auf das in die Zahnstange eingreifende Stirnrad z in folgender Weise übertragen.

Auf der Welle y hat man zwei Getriebe $z z$ (jedes mit 23 Zähnen) festgekeilt, welche in correspondirende Zahnräder $z_1 z_1$ (mit je 55 Zähnen) fassen

1) Engineering vom 2. März 1877, p. 165, mit fünf grossen Abbildungen in Holzschnitt, wonach unsere Fig. 345 bis mit 347 skizzirt wurden. Die Länge der Kahlenberg-Zahnstangenbahn wird in Heusinger's Organ etc., Jahrgang 1875, S. 295 zu (nur) 5 Kilometer angegeben.

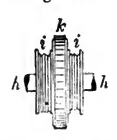
2) Die Totallänge des Kessels, von V bis W gerechnet, beträgt 4,20 Meter. Hiervon kommen 1,2 Meter auf die Feuerkiste L, 2,36 Meter auf die (175) Feuerröhren und 0,640 Meter auf die Rauchkiste M. Die Totalfeuerfläche beträgt 571 □-Fuss (= 53,2 □-Meter), die Rostfläche 10,60 □-Fuss (= 1,86 □-Meter). Der Räder-Achsstand ist 3,10 Meter, die Dampfpressung im Kessel = 9 Atmosphären oder 132 Pfd. engl. pro engl. Quadratzoll. Das Gewicht der ganzen Maschine beträgt 15,76 Tons leer und 19,44 Tons im betriebsfähigen Zustande.

und wodurch das mit stärkeren Zähnen (35 der Zahl nach) ausgestattete Rad *z* in Umdrehung gesetzt wird.

Auf der Krummzapfenwelle *y* hat man ausserhalb eine Bremsscheibe *m* befestigt, deren Band mittelst Schrauben an einer geeigneten Stange *nn* gehandhabt werden kann.

Eine zweite Bremsanordnung (eine sogenannnte Keilnuth-Bremse) befindet sich auf der Welle *h* der Hinterräder *r'* und ist diese (wie namentlich die Abbildung Fig. 347 erkennen lässt) aus einem System von Keilnuthen *ii* zusammengestetzt, in welche entsprechende Zähne (Keile) fassen, deren Eindringen durch ein Hebelwerk *bf* von *a* aus regiert werden kann. Bemerkt zu werden verdient noch, dass die gedachten Keile, welche in die Nuthen der Bremsscheibe *i* fassen, am inneren Umfange eines Metallbandes sitzen, wovon die Scheiben *i* von zwei Seiten (auf je $^1/_3$ des Umfanges) umfasst werden. Dass das ebenfalls auf der Welle *h* befestigte Zahnrad *k* in die Bahnzahnstange greift, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Fig. 347.



Eine dritte Bremsanordnung wird durch die Lechâtelier'sche Gegendampfbremse gebildet, auf welche wir im folgenden §. 25 speciell zurückkommen.

Beim Niedergange der Maschine (und der angehangenen Wagen) saugen auch hier, wie bei den Rigi-Locomotiven, die Kolben-Cylinder atmosphärische Luft und liefern damit ein viertes wünschenswerthes Bremsmittel.

Ueber noch andere Local-Bergbahnen mit Zahnstangen der Herren Riggenbach & Zschokke in Arau (Ostromundingen bei Bern Rohrschach-Heiden und Schwabenburg bei Pest) berichten die unten citirten Quellen [1]).

Zur Zeit als die erste Rigi-Zahnstangenbahn in Angriff genommen wurde, trat der Schweizer Ingenieur Wetli mit einem Zahnstangensysteme auf, welches sowohl Aehnlichkeit mit dem Eingriffe von Rädern mit schiefen Zähnen (White'sche Räder), als mit Schrauben hat, deren einseitige Muttern durch Schienstücke gebildet werden, welche unter gleichen Winkeln zur Gleisachse, zwischen den gewöhnlichen Bahnschienen befestigt sind. Unter der Locomotive befindet sich eine horizontale Walze, welche auf ihrem Mantel Schraubengänge besitzt, die sich auf den gedachten discontinuirlichen Zwischenschienen abwickeln, und wobei sich die Schraube rollend **senkrecht** zu ihrer Achsenrichtung fortbewegt [2]). Odwohl das System seiner Zeit von technischen Autoritäten als in seinem Princip richtig bezeichnet und hervorgehoben wurde, dass es das (gewöhnliche) Zahnstangensystem weit übertreffe [3]), so hat dies letztere die Erfahrung nicht nur nicht bestätigt, sondern bei einer am 30. November 1876 angestellten Probefahrt auf einer schiefen Ebene von $^1/_{20}$ Neigung das Gegentheil gelehrt [4]). Die Schraubenwalze der Locomotive war

1) Couche, „Voie Matériel Roulant", Tome II, p. 733 etc. — Heusinger's Organ, Jahrgang 1875, S. 295.

2) Wetli's Locomotivsysteme für Gebirgsbahnen. Gutachten etc. Zürich 1869.

3) Brockmann (Baurath in Stuttgart). „Wetli's Eisenbahnsystem." Heusinger's Organ, Jahrgang 1875, S. 49 (mit Abbildungen).

4) Die Katastrophe auf der nach Wetli's System erbauten Eisenbahn von

ausser Eingriff mit den zwischen den Radschienen liegenden schiefen Schienenstücken gekommen (die Maschine entgleiste), überstürzte sich schliesslich und zerschellte in tausend Stücke. Von 14 Personen, die in einem damit verbundenen Wagen Platz genommen hatten, blieben 2 sofort todt, wurden 10 mehr oder weniger schwer verwundet und kamen nur 2 Personen mit dem blossen Schrecken davon. Trotz dieses grauenhaften Experiments sind doch noch theoretische Schwärmer genug vorhanden, welche behaupten, dass damit die Unbrauchbarkeit des Wetli-Systemes noch nicht constatirt sei. Mit dem Munde und auf dem Papiere lässt sich allerdings die Ausführung von Maschinen und Zubehör leicht darthun, nicht aber in der Praxis, wenn es sich um etwas Anderes als um mechanische Präcisions-Instrumente handelt!

Hoffen wir, dass mit der Affaire „Wädensweil-Einsiedeln" das Wetli'sche System zu Grabe getragen ist[1].

Um der vorzüglich beachtenswerthesten Locomotiven der Neuzeit zu gedenken, entnehmen wir noch den Berichten über diese Maschinengattung folgende Notizen, welche bei Gelegenheit der Wiener Weltausstellung von 1873 erstattet wurden.

Zwei belgische Locomotiven waren es besonders, welche zufolge ihrer Eigenthümlichkeiten, bei genannter Ausstellung die Aufmerkamkeit und Beachtung der Sachverständigen erregten. Es war dies eine Maschine von Charles Louis Carels in Gent[2] und eine andere von der Compagnie Belge in Brüssel ausgestellte Gebirgslocomotive[3].

Fig. 348.

Bei der erstgenannten Fig. 348 skizzirten Maschine sind die Dampfcylinder *c* nach einer Idee Belpaire's (Generaldirector der belgischen Staatsbahnen) zu beiden Seiten des Feuerkastens über den ausserhalb der Räder liegenden Rahmen gelagert. Zur Uebertragung der Bewegung von den Kolbenstangen auf die Kurbeln der Hinterachse, hat man auf jeder Seite der Maschine einen verticalen Balancier angeordnet, dessen horizontale Welle *b* unter dem Führerstande liegt. Auch die Steuerung ist eigenthümlich, sie hat keine Excentriks.

Wädensweil-Einsiedeln (in der Schweiz, vom Züricher See aus ansteigend). Heusinger's Organ, Jahrgang 1877, S. 86.

1) Bereits 1845 wurde ein ähnliches System vom Ingenieur Colemann in Philadelphia in Vorschlag gebracht. Man sehe deshalb das Notizblatt des hannoverschen Gewerbevereins, Jahrgang 1845, S. 81.

2) Deutscher amtlicher Bericht über die Wiener Weltausstellung im Jahre 1873, Bd. II, S. 264 und 265. Ferner (mit schönen Abbildungen begleitet) in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XVIII (Jahrgang 1874, S. 345, hier unter der Ueberschrift „Die Locomotiven der Weltausstellung in Wien von C. Schaltenbrand".

3) Deutscher amtlicher Bericht etc., a a. O. S. 262 und Schaltenbrand in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure a. a. O. S. 473. (Mit einer ganzen Tafel Abbildungen.)

Ausserdem waren manche Detailanordnungen bemerkenswerth, in welcher Beziehung auf die vorher angeführten Quellen (namentlich auf die Arbeiten Schaltenbrand's) hingewiesen werden muss.

Als Hauptvortheile dieses Systemes wurden folgende bezeichnet:

1. Dass der Maschinist die ganzen Bewegungsmechanismen in seiner unmittelbaren Nähe hat, leichter überwachen kann, auch nicht genöthigt ist, um das Erhitzen geriebener Theile zu verhüten, diese vor der Abfahrt zu begiessen. Die hierdurch veranlasste Oelersparniss soll $^4/_5$ des täglichen Verbrauchs betragen.

2. Dass durch die ganze Anordnung die Abbalancirung der Kuppelstangen durch die Kolben, Kreuzköpfe und Schubstangen erreicht ist und daher die Maschine im Gange nichts zu wünschen übrig lässt.

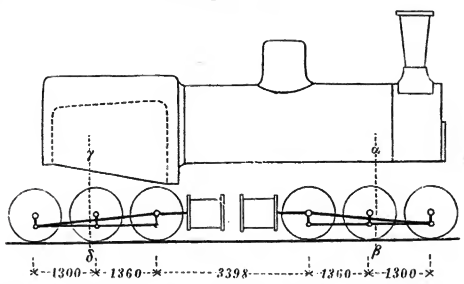
3. Dass die Auswechselung der Räder, nach Abnahme der Kuppelstangen ohne jede Beseitigung des Mechanimus erfolgen kann.

Von diesen Vortheilen fällt wohl nur 1 und 3 ins Gewicht, da der Gewinn unter Nr. 2 auch durch Gegengewichte an den Rädern erreicht werden kann.

Eine grosse Zukunft möchten wir diesem Maschinensystem nicht versprechen.

Was die zweite erwähnte belgische Locomotive (System Meyer) betrifft, so ist eigentlich im Voraus zu erwähnen, dass diese dem Constructions-Princip nach ganz der Locomotive Wiener-Neustadt entspricht, welche seiner Zeit (von Günther erbaut) zu den Semmering-Preis-Locomotiven gehörte und worüber Seite 370 und 371 Note 1 berichtet wurde[1]). Wie die Skizze dieser Maschine Fig. 349 erkennen lässt, kann sie als die Vereinigung

Fig. 349.



zweier sechsrädriger Locomotiven unter einem gemeinsamen Kessel bezeichnet werden. Mit dem Fairlie-System (Seite 417) hat sie die getrennten für sich unabhängig drehbaren Untergestelle gemein, unterscheidet sich aber von demselben, abgesehen von der Cylinder-Disposition besonders dadurch, dass nur ein einfacher Kessel vorhanden ist. Der Kessel von aussergewöhnlichen grossen Dimensionen[2]) mit dem an seinen Seiten angebrachten Kohlen- und Wasser-

1) Abbildung und Beschreibung der Semmering-Preis-Locomotive „Wiener Neustadt", findet sich in Heusinger's Organ etc., Jahrg. 1852, S. 85 etc.

2) Cylinderdurchmesser 440mm, Kolbenhub 500mm, Durchmesser der Trieb-

kästen, ruht an dem Vordergestelle auf einem Kurbelzapfen, dessen Ort in unserer Skizze durch die punktirte Linie $\alpha\beta$ angedeutet ist. Der hintere Theil des Kessels stützt sich auf dem Gestelle zu beiden Seiten des Feuerkastens auf zwei Gelenkstücke, deren Lage in Fig. 349 durch die Linie $\gamma\delta$ notirt wurde. In Bezug auf letztere Anordnung, sowie hinsichtlich anderer wichtiger Details muss auf die unten notirte, mit schönen Abbildungen begleitete Quelle verwiesen werden [1]). Die ganze äusserst complicirte Construction hat jedenfalls viel Studium erfordert und ist in ihrer Art sehr gut durchgeführt, ohne jedoch dem System viel Hoffnung zu bieten, dass es ausgedehntere Anwendung finden würde. Schliesslich werde noch bemerkt, dass die erste Maschine nach dem System Meyer im Jahre 1869 in den Werkstätten der Compagnie der Fives-Lille in Paris erbaut wurde, die man (nach Wissen des Verfassers) auf den Linien der Luxemburg-Belgischen Gesellschaft, zum Betriebe der Güterzüge auf gewissen Strecken der Ardennenbahn, verwendet.

§. 25.

Gegenwärtiger Paragraph soll der dritten Abtheilung, den in §. 23 angegebenen Erörterungen, d. i. den bemerkenswerthesten Constructionen und Anordnungen im Gebiete der Locomotiven-Details, seit dem Anfange der sechsziger Jahre, gewidmet sein. Zweck und Raum unseres Werkes legen auch hier wieder derartige Beschränkungen auf, dass von Vollständigkeit oder gar Erschöpfung des Gegenstandes nicht die Rede sein kann. So weit als möglich, sollen auch hier Literaturangaben die erforderliche Ergänzung liefern.

I. Bestrebungen zur Verbesserung der amerikanischen Drehgestelle (Trucks, Bogies).

Seit dem Jahre 1860 beschäftigte sich der Ingenieur Vaessen, Director der Locomotivfabrik St.-Léonard zu Lüttich, mit der Verbesserung des bereits S. 384 besprochenen Bissel'schen Trucks [2]). Zuerst speciell zu dem Zwecke,

---

räder 1220mm, äusserster Radstand 8718mm, Kesseldurchmesser 1500mm, Länge der Feuerröhren 4500mm, Zahl der Feuerröhren 289, äusserer Durchmesser derselben 50mm, Gesammtheizfläche 205 □-Meter, Rostfläche 3,34 □-Meter, wirksamer Dampfdruck 9 Atmosphären. Das Gewicht der leeren Maschine beträgt 55400 Kilogramm, während dies Gewicht im Betriebszustande (mit Kohlen, Wasser und Werkzeugen belastet) 71900 Kilogramm ist.

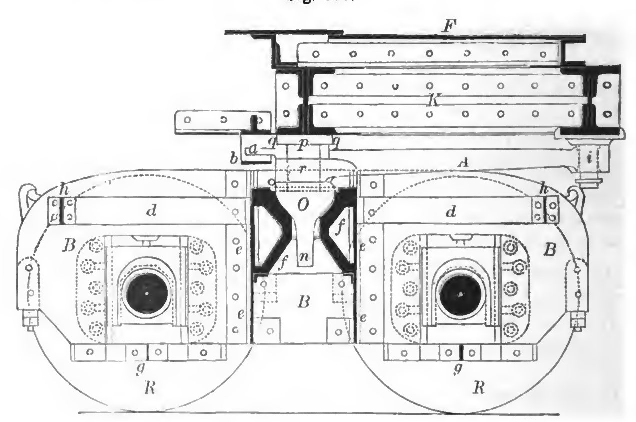
1) Schaltenbrand a. a. O. (Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1874), Tafel XXIV.

2) Heusinger's Organ, Jahrgang 1863, S. 269 etc. und Couche in seinem Werke „Voie Matériel Roulant etc." Tome II, §. 341 unter der Ueberschrift: „Machines Vaessen".

um für die spanische Eisenbahn Isabella II. (Santander-Madrid) auf Steigungen von $^1/_{50}$ Güterzugsmaschinen, Züge von 200 bis 250 Tonnen Gewicht in zahlreichen Curven von 300 und selbst nur 200 Meter Radius (in den Pyrenäenstrecken, Alar del Rey etc.), mit gehöriger Geschwindigkeit befördern zu können.

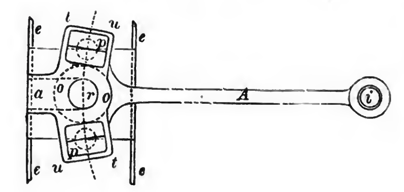
So empfehlenswerth nämlich der zweirädrige Bissel'sche Truck, auch für Fälle letzter Art genannt zu werden verdiente, so hielt ihn Vaessen doch deshalb nicht für ausreichend, weil er für den Eintritt in die Curven nicht vortheilhaft genug ist und auch nicht die wünschenswerthe Stabilität besitzt. Um letzteren Anforderungen zu entsprechen, hat Vaessen zwar den Bissel-Arm *A* Fig. 350 und Fig. 351 beibehalten, jedoch dessen festen Drehpunkt *i*

Fig. 350.



nicht (wie Bissel) hinter dem Truckgestelle *Bdg*, sondern vor demselben unter dem Rauchkammerboden *F* angebracht.

Fig. 351.

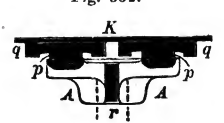


Der theilweis kugelförmige Zapfen *no* des Truckgestelles ruht in einem kräftigen Lagerblocke *f*, der zwischen verticalen Gestellwänden *e e* befestigt ist. Nach oben hin setzt sich dieser Zapfen in einen cylindrischen Zapfen *r r* fort, welcher von einer Art Büchse oder Nabe umgeben wird, in welche nach hinten hin der Bissel-Arm ausläuft. Wie die Grundrissfigur 351 erkennen lässt, gestaltet sich die gedachte Nabe nach beiden Seiten *u* hin kastenförmig. In

die daselbst gebildeten hohlen Räume hat man Gleitklötze *pp* eingesetzt, die nach unten hin mit kurzen cylindrischen Zapfen versehen sind. Auf der Oberfläche ist jeder dieser Gleitklötze nach links und rechts hin abgeschrägt und zwar derartig, dass überhaupt (wie bei Bissel Fig. 325) schiefe Ebenen gebildet werden, auf welchen das ganze Vordertheil des Kessels *TK* und Zubehör ruht jedoch, unter Zwischenbringung von Gleitbahnen *qq* Fig. 352 die unterwärts ebenfalls schiefe Ebenen bilden, die mit denen der Gleitklötze *pp* parallel sind.

Diese Anordnung steht jedoch der von Bissel insofern nach, als sie auf das gehörige Einstellen auf einander folgender Trucks in die Curve jedenfalls ungünstig wirkt.

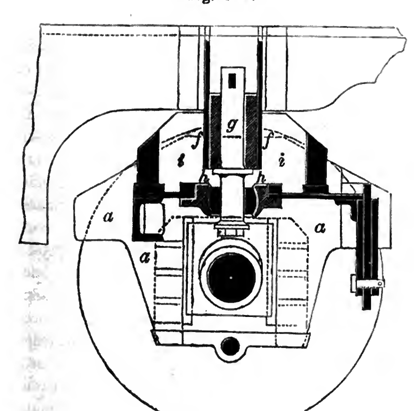
Fig. 352.



Beide Truck-Systeme (Bissel und Vaessen) lassen, nach besonders bei den sächsischen Staatsbahnen gemachten Erfahrungen, in Curven von nur 172 Meter Radius) wegen zu leichter seitlicher Verschiebung, in Bezug auf Sicherheit namentlich dann zu wünschen übrig, wenn mit einigermassen grosser Geschwindigkeit gefahren werden muss.

Zur Beseitigung dieses Uebelstandes hat (1870) der Ingenieur und Directionsrath Nowotny in Dresden, die beiden Achsen des ursprünglich vierrädrigen Norris-Truck-Gestelles (S. 340), in eine verreinigt, d. h. er hat sich bemüht, Locomotiven mit nur einer drehbaren Vorderachse zu construiren, deren Drehung um einen genau über der Mitte der Achse befestigten verticalen Zapfen erfolgt[1]).

Fig. 353.



Wie die folgenden Fig. 353 bis mit 355 erkennen lassen, ist hierzu an jede Seite des Gestelles *aa* ein Auflagerungsstück *bb* (Fig. 355) befestigt, auf welches sich die Druckständer *d* legen. Die Auflageflächen von *b* und *c* selbst sind schiefe Ebenen, wodurch die Achse ein Bestreben erhält, sich in die normale Stellung (rechtwinklig zur Längsmittellinie der Locomotive) zu stellen, während bei der Bewegung in

---

1) Heusinger's Organ etc., Jahrgang 1874, S. 214 und Couche, „Voie Matériel Roulant" etc. Tome III, p. 882.

einer Curve die Achse sich in die radiale Richtung einstellt. An dem Hauptrahmen der Locomotive befinden sich ferner Querträger ff, in welchen der Drehzapfen g und die Druckständer d befestigt sind. Das Drehzapfenlager h ist, wie Fig. 353 erkennen lässt, als Kugellager eingerichtet, so dass sich dasselbe um den Zapfen g frei drehen, nach der Höhe erforderlich verschieben und das Gestell sich nach jeder Richtung um dasselbe bewegen kann. In unserer Quelle wird ausdrücklich hervorgehoben, dass an den ersten derartigen Versuchs-Locomotiven noch besondere Stützen ii (Fig. 354) an die Querträger ff befestigt waren, welche Stützen sich auf genau eben solche schiefe Ebenen wie bei b lagerten, nur entsprechend um so viel kleiner, als die Entfernung von dem Verticalzapfen geringer ist.

Fig. 354.

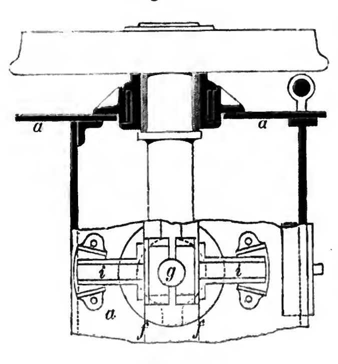
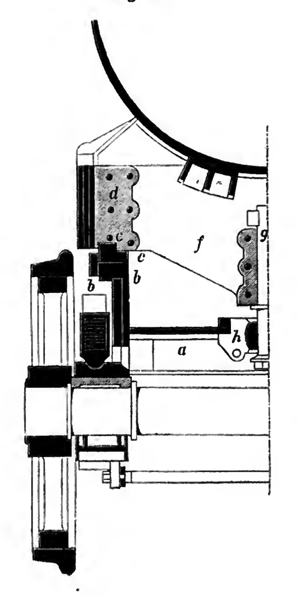


Fig. 355.



Vergleichende Versuche, welche mit Nowotny'schen sechsrädrigen Locomotiven mit verstellbarer Vorderachse angestellt wurden, ferner mit Locomotiven des Bissel'schen Systemes, ergaben, bezüglich der Leichtigkeit des Laufes durch die Curven, äusserst günstige Resultate für das neue System. Es stellte sich nämlich heraus, dass unter fast gleichen Umständen die Maschinen mit verstellbarer Vorderachse (System Nowotny) um 15 Procent leichter liefen als die Maschinen nach System Bissel und 36 Procent leichter als die steifen Maschinen (ohne Truck-Gestell) von sonst gleicher Construction. Auch der Vergleich bezüglich der störenden Bewegungen fiel entschieden zum Vortheile der radialen verstellbaren Vorderachse (System Nowotny), gegenüber der seitlich verschiebbaren (System Bissel) aus.

II. Umsteuerungsvorrichtungen mittelst Händel und Schraube.

Der Seite 353 (Fig. 303) besprochene Steuerhebel mit gezahntem Sector zur Hebung oder Senkung der Coulisse und der damit im Zusammenhange stehenden Aenderung der Schieberstellungen und der Schieberwege, wurde vom Anfange der sechsziger Jahre an durch eine sogenannte Schraubensteuerung ersetzt, einfach deshalb, um die Bewegung sicherer und durch geringe Aufwendung von Menschenkraft bewirken zu können, ohne dabei an Schnelligkeit der Handhabung sehr viel zu verlieren [1]). Nachher verband man Händel und Schraube mit einander und zwar derartig, dass man die erforderlichen Veränderungen entweder mit dem Händel allein, oder durch die Schraube in Verbindung mit dem Händel bewirkte, je nachdem man Zeit oder Kraft ersparen wollte, welches letztere selbstverständlich unter Verwendung der Schraube (allerdings unter Aufopferung von Zeit) der Fall ist. Diese neuere Umsteuerungsvorrichtung und zwar nach der Anordnung von **Belpaire** in Brüssel, lassen die Fig. 356 bis mit 358 auf folgender Seite erkennen.

Der Riegel z wird hier zum Aufheben oder Hinabdrücken einer halben Schraubenmutter y verwandt, welche der langen flachgängigen Schraube F zugehört. Während diese halbe Schraubenmutter y mittelst eines Bolzens v am unteren Ende von z aufgehangen wurde, ist das obere Ende der Stange z am Winkelhebel npq befestigt, wobei, wie bei den alten Zahnbogen, eine Feder r das stete Hinabdrücken des Riegels z veranlasst. Im Zustande der Ruhe nehmen hiernach alle Theile die in unseren Skizzen gezeichnete Lage ein, wobei also die halbe von oben über die Schraube S greifende Mutter in eine solche Lage gebracht ist, dass wenn man die Schraubenspindel S mittelst des Handrades A umdreht, auch das ganze Händel EL um den Drehpunkt L derartig in eine bogenförmige Bewegung versetzt wird, welche erforderlich ist, um von der Zug- und Schubstange B aus die beabsichtigte Verschiebung der Coulisse und weiter des Dampfschiebers zu bewirken. Die Art der Bewegung der Schraube S im Punkte D, zwischen zwei Stangen oder Bogenstücken C, erhellt aus der Durchschnittsfigur 357, welche Lagerungsart offenbar erforderlich ist, da die Achse der Schraube je nach der Stellung des Händels EL gewisse Neigungen in der Verticalebene annehmen muss. In der Regel wird die ganze Anordnung derartig verwandt, dass man das Händel allein beim Reversiren, (Einstellen der Schieber zum Rück- nnd Vorwärtsfahren) verwendet, hierzu also vorher die halbe Mutter y mittelst des Riegels z ausser Eingriffen mit der Schraube S bringt. Dagegen benutzt man die Schraube wiederum allein zur Veränderung der Exspansionen während der Fahrt, was offenbar durch Feinstellen des Händels EL bewirkt wird.

Andere Constructionen solcher Umsteuerungsvorrichtungen werden in den unten angegebenen Quellen besprochen [2]). Bei der VI. Versammlung der

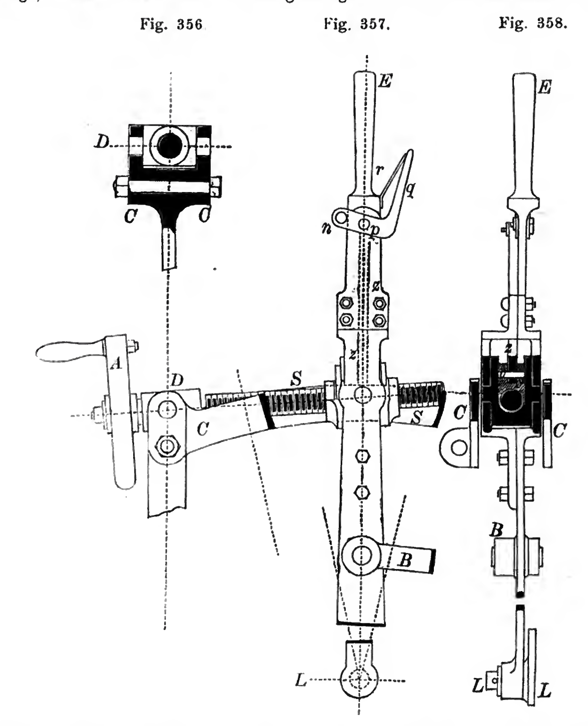
---

1) **Perdonnet** in seinem „Traité élementaire des chemins de fer", Tome III, (3. Edit.), p. 249 unter der Ueberschrift „Levier de changement de marche". Ferner **Maw**, Steuerungshebel mit Schraube für Locomotiven. **Heusinger's** Organ etc., Jahrgang 1867, S. 208.

2) **Volkmar**, Steuerhandel etc. in **Heusinger's** Organ etc., Jahrgang

Techniker deutscher Eisenbahn-Verwaltungen (1874 in Düsseldorf) wurde die Frage, ob die Schraubensteuerungen irgend welche Inconvenienzen mit sich

Fig. 356. Fig. 357. Fig. 358.



führten, dahin beantwortet[1]), dass dies nicht der Fall sei, dieselben vielmehr für alle Zugmaschinen empfohlen werden könnten. Für Rangirmaschinen, welche nicht zu schwere Bewegung der Schieber gestatten, erklärte man die Hebelsteuerung für bequemer.

III. Canalschieber.

Bekanntlich haben Einschiebersteuerungen gegenüber den Doppelschiebersteuerungen den Nachtheil des zu geringen Oeffnens der Eintrittscanäle in den

---

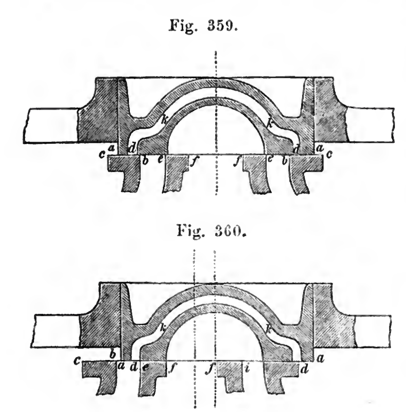
1868, S. 141 und in Heusinger's Handbuche für specielle Eisenbahntechnik, Bd. III, S. 478. An letzterer Stelle mit vielen Abbildungen auf Tafel XXIV.

1) Referat über die Frage, Bd. 5, S. 174 und 181.

höheren Expansionsgraden. Dieser Uebelstand lässt sich durch Anwendung eines sogenannten Canalschiebers beseitigen, welcher (schon 1855 für die französische Südbahn von dem damaligen Ingenieur der Kessler'schen Maschinenfabrik Herrn Trick erfunden und ausgeführt, aber erst in den 60er Jahren allgemein bekannt wurde [1]). Wie Fig. 359 erkennen lässt,[2]) unterscheidet sich dieser Schieber von den gewöhnlichen durch einen besonderen Canal k, welcher die äusseren Ueberlappungen auf beiden Seiten verbindet. Auch die äusseren Dimensionen desselben sind gleich denen eines gewöhnlichen Schiebers, nur erfordert ersterer eine breitere äussere Ueberdeckung, um in dieselbe auf beiden Seiten den schmalen Canal k ausmünden zu lassen. Nimmt man nun bei der mittleren Stellung des Schiebers, Fig. 359, die Entfernung der Kanten c, d gleich der äusseren Ueberdeckung, also gleich der Kantenentfernung a, b an, so erkennt man leicht, dass, wenn die äussere Schieberkante a den Eintrittscanal öffnet, gleichzeitig auch der Schiebercanal k geöffnet wird und auch durch diesen Dampf in den Eintrittscanal gelangen kann. Bei Beginn des Kolbenhubes wird somit der Schieber die in Fig. 360 gezeichnete Stellung annehmen und der Eintrittscanal, sowie der Schiebercanal um das lineare Voreilen geöffnet sein. Die gesammte Dampfeinströmungsöffnung beträgt somit das doppelte Voreilen. Diese Verdoppelung der durch einen gewöhnlichen Schieber erhaltenen Einströmungsöffnung erfolgt so lange, bis der Schiebercanal k durch die mittlere Stegkante des Schieberrostes verdeckt wird, der Eintrittscanal also um seine ganze Breite, weniger der Stegbreite (ad) des Schiebers geöffnet ist. Da diese Schieberwandung (ad) nicht breiter als 15 Millimeter zu sein braucht, so bewirkt der Canalschieber also so lange eine Verdoppelung der Einströmungsöffnung eines gewöhnlichen Schiebers, bis diese selbst eine mehr als genügende Grösse erhalten hat. Zu erwähnen dürfte noch sein, dass bei Anwendung eines Canalschiebers der Querschnitt der Dampfeintrittsöffnung auf $^1/_{20}$

Fig. 359.

Fig. 360.



1) Nach gütiger Mittheilung des Herrn v. Kessler in Esslingen.

2) Der Verfasser benutzte hier besonders eine Arbeit des Ingenieurs Volkmar in Fulda, welche in Heusinger's Organ, Jahrg. 1868, S. 136 abgedruckt ist und die Ueberschrift trägt: „Ueber Verbesserungen an den Expansionssteuerungen mit einem Schieber." — Eine ebenfalls gute Behandlung des Gegenstandes hat in Heusinger's „Handbuche für specielle Eisenbahn-Technik", Bd. III, der Professor Kargl am Züricher Polytechnikum, S. 432, §. 4 etc. geliefert.

des Cylinderdurchmessers reducirt werden kann. Die Stegbreite *b c* (Fig. 359) muss stets ziemlich gross genommen werden, damit in der äussersten Stellung der Canal *k* noch gegen den Austritt *ff* gedeckt bleibt.

Indem hinsichtlich weiterer Erörterungen über Canalschieber auf die bereits angegebenen Quellen verwiesen werden muss, schliessen wir hier mit dem Resumé, welches die Referate der V. Versammlung der Techniker deutscher Eisenbahn-Verwaltungen (in München 1868) über die Frage lieferten, welche Erfahrungen man mit den Canal-Schiebern gemacht habe, die dem Dampfe einen schnelleren Eintritt in die Cylinder geben? Dasselbe lautet folgendermassen [1]).

„Die Canalschieber haben sich bei einer grossen Zahl von Eil-, Personen- und Güterzugs-Locomotiven sowohl in Bezug auf Dauer, als auch durch vortheilhaften Effect, namentlich bei Anwendung hoher Expansion gut bewährt. Ueber die Grösse des durch Canalschieber erreichten Vortheils gegen gewöhnliche Schieber liegen aber noch keine genauen Nachweisungen vor und es ist daher sehr zu empfehlen, dass dieses Verhältniss noch durch genau vergleichende Indicatorversuche ermittelt werde.“

IV. Gegendampfbremsen [2]).

Beim Hemmen des Fortlaufes eines Eisenbahnzuges durch Reibungs-Bremsen (Seite 223 §. 14) geht die vorhandene lebendige Kraft der gesammten bewegten Masse nicht bloss verloren, sondern wird überdies zur Zerstörung des Bremsmaterials (Bremsklötze und Radbandagen) verwandt. Hierin liegt der Grund, dass man sich von jeher eines anderen Bremsmittels zu bedienen suchte, nämlich des sogenannten Gegendampfes (Contredampfes), wobei man die lebendige Kraft des Zuges in Form von disponibler Arbeit im Kessel aufspeichert, so dass diese nachher wieder nutzbar verwandt werden kann. Dieses letztere einfache, jedem Locomotivführer längst bekannte (sichere) Verfahren, besteht darin, den Steuerhebel plötzlich umzulegen (zu reversiren), so dass die Steuerung umgekehrt arbeitet, beispielsweise beim Vorwärtsgange der Maschine der Schieber den Dampf in der Art vertheilt, dass die Maschine vom Ruhezustande aus rückwärts gehen würde, der Dampf also auf den Kolben hemmend (bremsend) wirkt und daher die Bewegung der Locomotive und somit des Zuges verzögert oder vernichtet wird.

---

1) Heusinger's Organ etc., Jahrgang 1871, S. 114 und 115.

2) Lechatelier, Denkschrift über die Anwendung des Gegendampfes bei Locomotiven. Ins Deutsche übersetzt von A. Bochkoltz, Wien 1869. — Zeuner, Die Schiebersteuerungen. Vierte Auflage, Leipzig 1874, S. 163. Unter der Ueberschrift: „Ueber die Gegendampfwirkung bei Maschinen mit Umsteuerung“. — Lochner, „Ueber die Bremsapparate an Locomotiven“, im dritten Bande von Heusinger's Handbuche für specielle Eisenbahn-Technik, S. 770, unter der Ueberschrift: „Compressionsbremsen“. — von Borries, Ueber die Wirkung und Berechnung der Gegendampfbremse von Lechatelier, Heusinger's Organ etc. Jahrgang 1875, S. 82. — Schaltenbrand, Die Locomotiven. Berlin 1875, S. 482. — von Borries, Bremsventil, Heusinger's Organ etc. Jahrgang 1876, S. 94.

Bei letzterem Verfahren wird durch den gewöhnlichen Austrittscanal nicht nur äussere atmosphärische Luft angesaugt, sondern auch die Verbrennungsgase aus der Rauchkammer, weil der Dampfaustrittscanal nicht direct in das Freie, sondern in das Blasrohr mündet[1]). Diese heissen Verbrennungsgase (von 400 bis 500 Grad Celsius Temperatur) werden aber in den Kessel hineingepresst und erhöhen dadurch die Temperatur in den Cylindern derartig, dass nach kurzer Zeit die Dichtungen unbrauchbar werden. Hierbei ist noch gar nicht eines anderen Uebels gedacht, dass nämlich die in Schieberkasten und Cylinder eintretenden Verbrennungsgase stets Kohlen- und Schlackentheilchen mit sich führen, wodurch Cylinder, Kolben und Schieber beträchtliche Beschädigungen erleiden. Diese Art durch Gegendampf zu bremsen, verbietet man daher mit Recht den Locomotivführern, und setzt sogar Strafen für den Fall fest, dass dennoch davon Gebrauch gemacht wird.

Allen diesen Uebeln wird vorgebeugt, wenn man in den Austrittscanal des Dampfcylinders Wasser und Dampf mittelst eines geeigneten Apparates einspritzt, der zuerst 1865 von dem französischen Ober-Ingenieur Lechatelier (oder Le Chatelier), in seiner damaligen Eigenschaft als Director der Eisenbahn du Nord de l'Espagne, angegeben und von Ricour (dem Ingenieur der Bahn) ausgeführt wurde[2]).

---

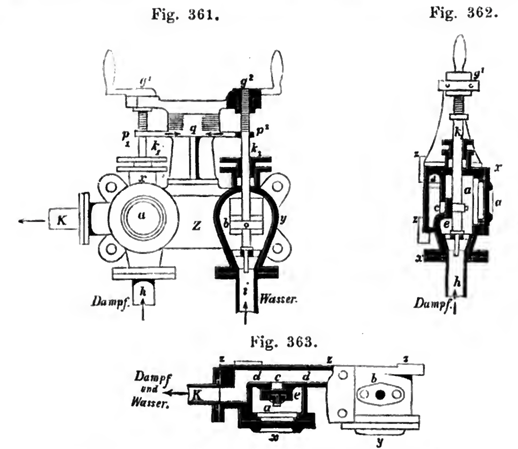
1) Zur rechten Klarstellung des Bremseffectes, der durch Contredampfgeben zu erzielen ist, zeichnet man sich am besten das sogenannte Schieberdiagramm nach Zeuner, wie dies auch in den vorher citirten Abhandlungen (von Zeuner selbst, von Borries und Lochner) geschehen ist. Ganz besonders ist hierzu aber die Arbeit von Lochner zu empfehlen, weil dieser Herr die 1870 bei den sächsischen Staatsbahnen angestellten Versuche benutzt hat, um (durch Schieber-Diagramme) die Vorgänge beim Reversiren durch Gegendampf unter Anwendung des nachher zu beschreibenden Verfahrens von Lechatelier (sowie auch ohne das letztere) genügend festzustellen. (Man sehe deshalb Heusinger's Handbuch, Bd. III, S. 775.) Ein anderes Verfahren schlägt Ricour ein, worüber in den Annales des Mines, T. X. (1866) p. 146, nachzulesen ist.

2) In Bezug auf einen, lange Zeit und heftig geführten Streit über die Erfindung dieses Gegendampfapparates, ist die oben gewählte Bezeichnung höchst wahrscheinlich die richtige, dass nämlich Lechatelier den ersten brauchbaren Apparat angegeben, dagegen Ricour denselben ausgeführt, eingehende Versuche über dessen Wirkung angestellt und diese mit theoretischen Ermittelungen veröffentlicht hat. Unter den neuen Schriftstellern, welche diese Prioritätsfrage behandeln, ist namentlich Couche im dritten Bande seines Werkes „Voie Matériel Roulant" sehr ausführlich geworden, woselbst die Erörterungen den Raum von §. 219 bis §. 237 einnehmen. Die Jury der Wiener Weltausstellung von 1873 ertheilte Lechatelier für seinen Contredampfapparat das „Ehrendiplom". — In der vorher notirten Denkschrift Lechatelier's (Deutsch von Bochkoltz) wird Seite V über die Prioritätsfrage Folgendes bemerkt: „Herr Ricour hat zu wiederholten Malen und noch in der letzten Zeit den Anspruch erhoben, der Erfinder einer Verbesserung zu sein, zu welcher er keinerlei nützlichen Beitrag geliefert und welche er im Gegentheile durch seine anfängliche Indifferenz, seine theoretischen Irrthümer und seine praktischen Fehler bei der An-

Der frische Dampf hat den Zweck, das Aufsaugen heisser Luft aus der Rauchkammer zu verhüten. Das Wasser führt man ein, um sowohl die Cylinder zu kühlen (das Trockengehen von Schieber und Kolben zu verhüten) als auch durch die vom Kolben übertragene Bremsarbeit verdampft zu werden.

Den späteren Lechatelier'schen Apparat stellen die Fig. 361 bis mit Fig. 363 dar[1]).

An einer und derselben Platte z sind zwei Schiebergehäuse x und y angegossen, deren Canäle in einen gemeinsamen Dampfweg K nach den Cylindern



der Locomotive hin ausmünden. In den Gehäusen x und y befinden sich zwei Schieber (Ventile) a und b. Der Raum vor dem Schieber a steht durch das Rohr h mit dem Dampfraume und der Raum vor dem Schieber b durch das Rohr i mit dem Wasserraume des Locomotivkessels in Verbindung. Beide Schieber a und b sind so angeordnet, dass sie durch Drehen an Kurbeln g^1 und g^2 beziehungsweise geöffnet und geschlossen werden können. Werden beide Schieber geöffnet, so strömt beziehungsweise Dampf (a) und Wasser (b) in den gemeinsamen Raum cd (Fig. 363 im Durchschnitt sichtbar), der seine Fortsetzung im bereits erwähnten Rohre K findet, welches unter oder neben den Kesseln zu den Dampfcylindern führt. Dampf- und Wasserzufluss lassen sich genau reguliren und sind deshalb an den Schieberspindeln g^1 und g^2 Zeiger p_1 und p_2 angebracht, die an einer Scala q die jedesmalige Stellung der Schieber markiren.

---

wendung beeinträchtigt hat." Die von Lechatelier erwähnte theoretische Arbeit des Ricour findet sich abgedruckt in dem vorher erwähnten Bande X der Annales des Mines.

1) Couch e a. a. O. T. III, p. 434, mit Abbildungen auf Tafel X und Lochner in Heusinger's Handbuche etc. Bd. III, S. 771, Tafel XLII.

Um mittelst des Apparates zu bremsen, legt man (wie schon oben bemerkt) die Steuerung der vorhandenen Bewegung entgegen, sperrt das Blasrohr ab, öffnet den Regulator, dann den Dampfschieber *a* und zuletzt den Wasserschieber *b*. Wasser führt man zu, um die Ueberhitzung des Dampfes bei der Compression, also das Trockengehen von Kolben und Dampfvertheilungsschieber zu vermeiden. Gewöhnlich regulirt man den Dampf- und Wasserzufluss in die Cylinder so, dass sich über dem Locomotivschornstein ein ganz leichter, weisser Dampfnebel zeigt.

Schliesslich noch die Bemerkung, dass beim Contredampfgeben die Dampfmaschinen der Locomotiven nicht mehr als Kraftmaschinen, sondern als „Luftpumpen“ wirken, welche durch die Arbeit betrieben werden, die in Form von lebendiger Kraft im bewegten Eisenbahnzuge enthalten ist.

Zur rechten Beurtheilung der ferneren, jüngsten Bemühungen, den Lechatelier'schen Apparat zu verbessern oder zu vereinfachen, ist zu erwähnen, dass man ursprünglich (auch Ricour)[1]) nur Röhren mit Hähnen (statt Schiebern oder Ventilen) benutzte, um Wasser und Dampf in die Cylinder eintreten zu lassen[2]), dass der vorbeschriebene Apparat aber von Marié, Ober-Ingenieur der Eisenbahn von Paris nach Lyon, erst 1867 zu Stande gebracht wurde, in dieser Ausführung aber das neue System der Gegendampfbremse noch in demselben Jahre an nicht weniger als 450 Locomotiven der gedachten Bahn angebracht wurde. (Man sehe hierüber auch Professor G. Schmidt in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1870, S. 778.)

In allerjüngster Zeit hat sich Herr v. Borries, Maschinen-Techniker der hannoverschen Staatsbahn, durch Construction eines „Brems-Ventils“, zur Ausführung der Lechatelier'schen Bremsmethode, verdient gemacht, welches sich durch Einfachheit (Wohlfeilheit) und sichere Wirkung auszeichnet. Der Verfasser bedauert, auf diese für Preussen patentirte Anordnung (wegen Raummangel) hier nicht näher eingehen zu können und auf die unten angegebene Quelle[3]) verweisen zu müssen.

Weniger Beifall in der Praxis haben die allerdings complicirten sogenannten Repressions-Bremsen von Landsee in Mühlhausen[4]) und von

---

1) Annales des Mines, 1866, Tome X, Pl. VI.

2) Auch in der von Bochkoltz besorgten Bearbeitung der Lechatelierschen Denkschrift (Mémoire sur la marche à contre-vapeur, Paris 1869) wird nur die Hahn-Anordnung beschrieben (S. 33) und abgebildet (Tafel I, Fig. 3). Den vorher abgebildeten Marié'schen Apparat scheint zuerst Couche veröffentlicht zu haben. Man sehe hierzu dessen Werk: Voie Matériel Roulant, Tome III, Pl. X, Fig. 3 bis mit 5.

3) Heusinger's Organ, Jahrgang 1876, S. 94. Mit Abbildungen auf Tafel VIII. Auch Mannhardt's Hahn-Anordnung sei hier erwähnt. Heusinger's Organ, Jahrgang 1876, S. 15.

4) Mémoire sur les différentes méthodes employées moderer les vitesses des trains sur pentes et en particulier sur le frein à vapeur, système A. de Landsee. Mulhouse 1867. Auch bei Couche a. a. O., Vol. III, p. 483, §. 242, mit Abbildungen auf Tafel X. Endlich behandelt die Landsee'sche Repressionsbremse auch Lochner im dritten Bande des Heusinger'schen Handbuches, S. 778.

Krauss[1]) in München gefunden, obwohl sie theoretisch richtiger sind, da hier die ganze lebendige Kraft, welche sie absorbiren, in Compression des Dampfes im Kessel und in Wärme umgesetzt wird. Bei diesen Anordnungen wird nicht reversirt. Ausführliches über beide Bremsen findet sich in den unten notirten Quellen.

Wir schliessen (für gegenwärtige Zwecke) die Besprechung der Gegendampf-Bremsen unter Mittheilung des Beschlusses der Hamburger (1871) Versammlung deutscher Eisenbahn-Techniker über die Vorzüge derselben, welcher folgendermaassen lautet[2]):

„Die Vorrichtung zum Bremsen mit Gegendampf ist allgemein als ein weiteres Bremsmittel zu empfehlen; dieselbe bietet unter allen Umständen eine ausgiebige Nothbremse und eignet sich vorzüglich zur Unterstützung, oder auch alleinigen Anwendung bei Regulirung der Geschwindigkeit der Züge auf anhaltenden starken Gefällen, so wie auch zum Anhalten der Züge in den Stationen."

„Es ist jedoch auf diese Bremsmittel, unter schwierigen Bahnverhältnissen nicht allein zu verlassen und sind daher aus Sicherheitsgründen keine Bremsposten aufzugeben."

V. Körting's Locomotiv-Injector für Wasser von hoher Temperatur[3]).

Vorbemerkter, Fig. 364 bis mit 367 skizzirter Injector, besteht aus zwei in einem Gehäuse *ZZ* vereinigten Apparaten, indem dabei (vergleichsweise) das Princip der Arbeitstheilung in Anwendung gebracht ist. Der erste Apparat (der Hülfsinjector) *DF* dient dazu, dem zweiten $D^1 F^1$ (dem eigentlichen Injector) das Wasser bereits unter hohem Ueberdrucke zuzuführen. Die Temperaturerhöhung in diesem ersten Apparate ist eine viel geringere als in gewöhnlichen Injectoren; das ihm zufliessende Wasser kann daher viel wärmer sein und thatsächlich bis auf 65 Grad Celsius steigen. Dabei sind die Querschnittsverhältnisse so vortheilhaft gewählt, dass der Injector hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit alle zeither bekannt gewordenen Constructionen übertrifft und überdies so angeordnet ist, dass er weder eine Dampf- noch Wasserregulirung nothwendig macht; endlich auch keiner Spindel zum Ansaugen bedarf, wie andere Locomotiv-Injectoren[4]).

Bei Körting's neuestem Injector (saugender Universal-Injector genannt, und in Preussen patentirt) hat man zugleich eine recht sinnreiche Anordnung getroffen, um das Anlassen desselben sicher und rasch ausführen zu können.

---

1) Heusinger's Organ, Jahrgang 1870, S. 78.

2) Ebendaselbst, Jahrgang 1871, S. 130.

3) Hinsichtlich anderer, neuerer Locomotiv-Injectoren, insbesondere der von Schau, Krauss, Schäfer & Buddenberg, von Friedmann, Webb und Haswell etc., ist in deutscher Literatur besonders auf folgende zwei Werke zu verweisen: Heusinger's Handbuch etc. Bd. III. S. 386 bis mit S. 400. Schaltenbrand, Die Locomotiven, S. 476 bis mit S. 482.

4) Körting's Universal-Locomotiv-Injector für heisses Wasser. Heusinger's Organ etc., Jahrgang 1876, S. 60.

Zunächst ist über jeder der beiden Dampfdüsen D und D^1, den Eintritt des frischen Dampfes bei H vorausgesetzt, ein Ventil V und V^1 angebracht. Beide Ventile sind mit einem darüber befindlichen kleinen Balancier O in Verbindung gesetzt, der an einem excentrischen Zapfen B befestigt ist, welcher wiederum mit einem Handhebel A in fester Verbindung steht.

Durch eine geringe oscillatorische Bewegung des Handhebels A wird zuerst das kleine Ventil V in Bewegung gesetzt, da dieses durch den Dampfdruck weniger belastet ist. Dieses Ventil V der kleinen Dampfdüse D öffnet sich also zuerst und der dann von H her durch diese Düse eintretende Dampf, welcher ganz frei wieder austreten kann, erzeugt ein Vacuum und bewirkt dadurch ein sofortiges Ansaugen des Wassers, welches von I in den Apparat tritt, dann durch die Druckdüse F, den Canal M und den Auslasshahn E bei L continuirlich so lange ins Freie getrieben wird, bis nach weiterer Bewegung des Hebels A das Ventil V völlig geöffnet und durch die gleichzeitige theilweise Drehung des Hahnes E der Canal M geschlossen ist. Sodann gelangt das Wasser durch die Rückgangscanäle $N\,N$, die Druckdüse F^1 und den Canal M^1 ins Freie.

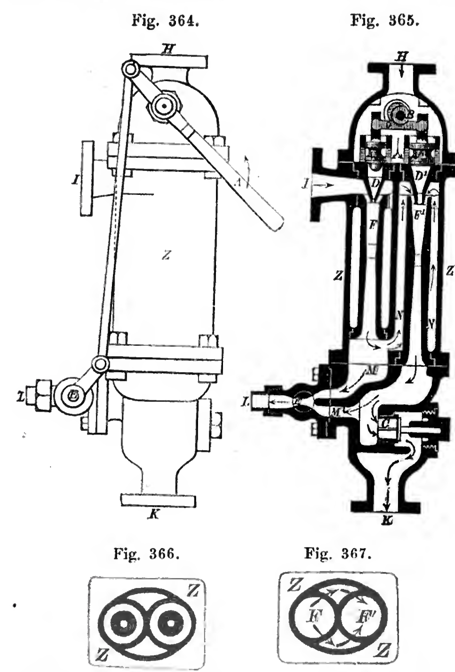


Fig. 364. Fig. 365. Fig. 366. Fig. 367.

Sobald nach der vollständigen Oeffnung des Ventiles V dasselbe einen Anschlag gefunden hat, wird durch eine fortgesetzte Bewegung des Hebels A der Balancier O gezwungen, auf der entgegengesetzten Seite sich ebenfalls zu heben und das grosse Ventil V^1 zu öffnen. Der Hauptbetriebsdampf tritt nun durch die Dampfdüse D^1 zu dem in der Druckdüse F^1 unter Druck vorhandenen Wasser und treibt es mit grosser Geschwindigkeit so lange ins Freie, bis durch langsame Weiterbewegung des Hebels A endlich auch das Ventil V^1 voll geöffnet und der Hahn E ganz geschlossen werden kann. Im letzteren

Momente hebt das Wasser das Speiseventil *C* und tritt durch das Druckrohr *K* in den Kessel.

Schliesslich dürfte es genügen, auf die beiden Durchschnittsfiguren 366 und 367 nur aufmerksam zu machen, die nach derselben Richtung (rechtwinklig zur Länge des Injectors durch die Mitte *ZZ*) genommen sind und wobei in Fig. 367 die beiden Druckdüsen *F* und F^1 herausgenommen gedacht werden müssen.

VI. Feste Kuppelungen zwischen Locomotive und Tender.

In der Regel besteht das Verbindungsmittel zwischen Tender *A*, Fig. 368 und Fig. 369, und der Locomotive *B* aus einer sogenannten Kuppelstange *a* und zwei zugehörigen Bolzen (Kuppelbolzen) *y* und *z*. Um jedoch für den Fall des Reissens dieser Kuppelung so weit als möglich sicher gestellt zu sein, bringt man ausserdem seitlich noch zwei Hülfs- oder Nothkuppelungen *vu'* und *wu* an. Diese Kuppelungen setzt man wohl auch mit Stahl-Blatt-, Schnecken- oder Gummi-Federn in Verbindung, um die Stösse und Erschütterungen möglichst unschädlich zu machen, welche beim Abfahren und Anhalten, sowie überhaupt bei jeder Geschwindigkeitsänderung nothwendiger Weise entstehen. Specielles (mit guten Abbildungen begleitet) über derartige Kuppelungen enthält namentlich eine überaus lesenswerthe Arbeit des Herrn Maschinendirectors Kirchweger[1]) in der unten angegebenen Quelle[2]).

Nicht ausreichend sind derartige Kuppelungen, wenn man sie mit dazu benutzen will, das Schlingern oder Schlendern der Locomotiven (S. 343), die Seitenschwankungen zu beseitigen, sowie auch um sie für das Befahren von Curven geeignet zu machen. In letzterem Falle nehmen in der That die Endachsen der in vorgedachter Weise verkuppelten Fuhrwerke nicht gleichmässig zu einander die richtige Stellung ein, so dass sich beispielsweise die Hinterachse mit den Radflantschen gegen die innere Curvenschiene, dagegen die nachfolgende vordere Tenderachse, an die äussere Curvenschiene legt, woraus offenbar ein den Fortlauf hemmender Widerstand entstehen muss etc.

Seit längerer Zeit[3]) bemühen sich daher die Eisenbahn-Maschinen-Techniker um Construction einer Kuppelung, welche die genannten Uebelstände nicht mit sich führt und in Hinsicht auf Einfachheit und Dauer vollständig befriedigt. Da der hier zu Gebote stehende Raum, sowie Zweck des Buches, das Eingehen selbst nur auf die beachtenswerthesten derartigen Anordnungen unmöglich macht (hierzu wieder die unten verzeichneten Quellen[4]) und Zeitschriften benutzt werden müssen), so beschränkt sich der Verfasser auf die

1) Heusinger's Handbuch etc., Bd. III, S. 616.

2) Nach den technischen Vereinbarungen deutscher Eisenbahn-Verwaltungen sind zur Verbindung von Locomotive und Tender, ausser einer starken Kuppelstange unter dem Führerstande, noch zwei Kuppelungen erforderlich, welche erst in Anspruch genommen werden, wenn sich die Hauptverbindung lösen sollte.

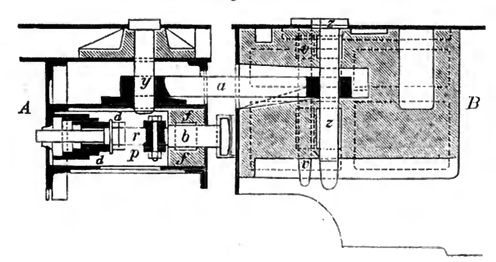
3) Kirchweger in Heusinger v. Waldegg's Handbuche, Bd. III, S. 618.

4) Technische Blätter, Jahrgang 1875, Heft III, S. 182 (Ueber die Kuppelung von Locomotive und Tender) Heusinger's Organ, Jahrgang 1875, S. 116 (Kuppelung der Bergisch-Märkischen Bahn).

jüngsten Ausführungen **Tilp's** in Wien (Oberinspector der Kaiser-Ferdinand-Nordbahn)[1]) und auf die Vorschläge des Maschinen-Ingenieurs v. **Borries** in Hannover[2]).

Bei der **Tilp**'schen Kuppelung (Fig. 368 im Verticaldurchschnitte und Fig. 369 im Grundrisse skizzirt), ist zuerst der Tender *A* mit der Locomotive *B* durch die gewöhnliche (bereits vorher erörterte) Kuppelung *ayz*, *vu* und *vu*' verbunden, so dass eine Längenverschiebung nicht stattfinden kann. Ferner hat man an die Tenderbrust ein Gussstück *ff*' angeschroben, welches einer Bufferstange *b* als Führung dient, die nach hinten hin mit einer Schneckenfeder *d* in geeigneter Verbindung steht. In der Mitte der äussersten Gestellwand der Locomotive befinden sich zwei Vorsprünge, Nasen *cc* (Fig. 369) in deren Zwischenraum (Zahnlücke) das äusserste Ende der daselbst mit einem

Fig. 368.



etwas abgerundeten Kopfe (Fig. 368) versehenen Bufferstange *b* tritt, wodurch die seitliche Verschiebung von Tender *A* und Locomotive *B* verhindert wird. In demselben Körper *ff*' hat man zu beiden Seiten von *b* kürzere Bolzen *gg*' angebracht, die sich gegen Platten *hh* am Locomotivgestelle lehnen, sobald der Eintritt in eine Curve stattfindet, oder in derselben gefahren wird.

p und *p*' sind zwei grosse einarmige Hebel, mit beziehungsweise *q* und *q*' als Drehpunkte, welche die Bufferstange *b* gabelförmig umfassen und dabei durch einen Verticalbolzen *r* drehbar vereinigt sind. In den Hebeln *p* und *p*' befinden sich übrigens noch geeignete Gussfüllungen (gusseiserne Polster) *tt*.

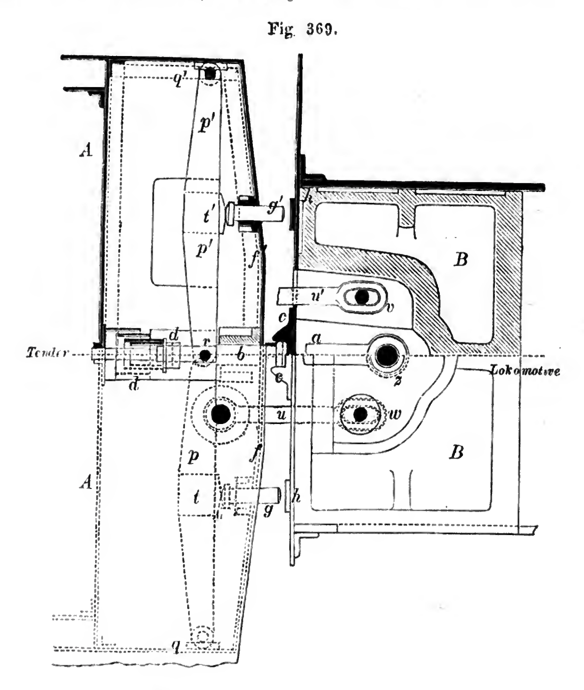
In Curven tritt (wie schon erwähnt) immer einer der Seitenbuffer *gg*' in Wirksamkeit, wobei zugleich durch den correspondirenden, liegenden Hebel *p* oder *p*' das vordere Ende von *b* aus der Lücke *cc* mehr oder weniger herausgehoben wird. Dabei drückt, von hinten her, die Spiralfeder *d* vermittelst der Hebel *pp*' auf die Gusspolster *tt*', diese gegen die Bolzen *gg*', die sich wieder (der Federkraft entsprechend) gegen die Platten *hh*' der Locomotive stemmen. Eventuell drückt also auch die Maschine gegen die Bolzen *gg*', diese gegen *ff*' und weiter rückwärts gegen die Schneckenfeder *d*.

1) **Heusinger's** Organ, Jahrgang 1875, S. 196. Ferner ebendaselbst 1876, S. 23, S. 88, S. 150 und S. 215.

2) **Heusinger's** Organ, Jahrgang 1877, S. 55.

Ohne dass sich der Verfasser ein entscheidendes Urtheil über diese Tilp'sche Kuppelung erlauben will, muss er deren complicirte Construction bedauern, sowie bezweifeln, dass die ganze Anordnung, unter allen Umständen,

Fig. 369.



ihre Schuldigkeit, namentlich beim Einfahren aus einer geraden Bahnstrecke in eine Curve thun wird. Hinsichtlich des Schlingerns in geraden Bahnstrecken kann die Wirksamkeit der Construction wohl kaum bezweifelt werden, so wie die Kuppelung auch beim Durchfahren der Bahncurven gehörig wirksam werden wird. Jedenfalls ist hinsichtlich dieser und ähnlicher Schlüsse eine längere Erfahrung abzuwarten.

v. Borries glaubt [1]) eine bessere Lösung aller an eine solche Kuppelung zu stellenden Aufgaben zu bewirken, wenn man den Buffern (der sonst gebräuchlichen Bufferkuppelung) einfach eine nach der Locomotive hin convergirende oder schräge Stellung und zwar derartig giebt, dass sich ihre Mittellinien (die verlängerten Bufferachsen) im Drehpunkte des Bolzens der Locomotive

1) Heusinger's Organ, Jahrgang 1877, S. 59.

(Fig. 369) unter einem Winkel 2γ schneiden, wobei γ durch die Gleichung $tg.\gamma = \frac{l}{2(m+n)}$ bestimmt wird, wenn man den Abstand des gedachten Schnittpunktes vom Maschinenende mit m und die Entfernung von Mitte der Bufferfläche bis Maschinenende mit n und den geradlinigen Abstand beider Bufferachsen mit l bezeichnet. So weit bis jetzt mit einer solchen Kuppelung Versuche bei den hannoverschen Eisenbahnen angestellt wurden, scheint sich dieselbe zu bewähren.

Locomotiven der Gegenwart [1]).

§. 26.

Allgemeine Uebersicht.

Die gegenwärtig im Gebrauche befindlichen Locomotiven lassen sich in verschiedener Weise classificiren, je nachdem man die Achsenzahl [2]), den Fahrdienst (die besonderen Zwecke) [3]), die Rahmenanordnung [4]), die Lage der Dampfcylinder [5]), das Unterbringen der Vorräthe (Wasser und Brennmaterial) [6]) oder noch andere Merkmale, zum Eintheilungsgrunde nimmt [7]).

---

1) Ausser den wiederholt citirten Werken und Schriften Heusinger's, Schaltenbrand's, Perdonnet's und Combes, ferner Colburn-Clark's, sowie auch die Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, enthalten namentlich die beiden englischen Journale „Engineering“ und „The Engineer“ werthvolles Material zu betreffenden Special-Studien.

2) Zweiachsig (Vierrädrig), Dreiachsig (Sechsrädrig), Vierachsig (Achträdrig) und Mehrrädrig.

3) Schnellzugs-(Kurier-)Maschinen, Personenzugs-Maschinen, Güter-(Last-)zugs-Maschinen, Maschinen für gemischte Züge und Rangir-Maschinen.

4) Locomotiven mit Innenrahmen, Locomotiven mit Aussenrahmen, Locomotiven mit Doppelrahmen.

5) Locomotiven mit Innencylindern, Locomotiven mit Aussencylindern.

6) Locomotiven, wobei Tender und Maschine ein Ganzes bilden (Tendermaschinen). Die Tender, welche ein von der Maschine unabhängiges Wagengestell besitzen, pflegt man auch Schlepptender zu nennen.

7) Man unterscheidet wohl noch Locomotiven mit horizontalen und mit geneigten Cylindern, mit direct bewegter Triebachse und mit Blindachse. Beide Unterscheidungen benutzt man indess selten oder gar nicht zur übersichtlichen Classification der Maschinen. Mehr Berechtigung hierzu hat die Eintheilung in Locomotiven mit parallelen und unverschiebbaren Achsen und in Locomotiven mit theilweis oder sämmtlich beweglichen Achsen. Diese letzte Gattung lässt sich wieder in folgende zwei Abtheilungen bringen:

Um von der ersten Auflage dieses Werkes nicht mehr als durchaus erforderlich abzuweichen, beginnen wir mit der Classification der Locomotiven nach ihrer Achsenzahl und lassen die nach dem Fahrdienste darauf folgen.

I. Die gegenwärtigen Locomotiven nach der Achsenzahl.

A. Vierrädrige Locomotiven.

Die Gründe, weshalb man bereits im Jahre 1833 anfing, sechsrädrige Maschinen statt vierrädriger in Anwendung zu bringen, wurden bereits im Eingange §. 21, S. 331 erörtert, sowie auch, dass erst (1842) das entsetzliche Unglück auf der Paris-Versailler Bahn (S. 350), Veranlassung wurde, das System der zweiachsigen Locomotiven für Personenzüge der Eisenbahnen (längere Zeit hindurch) fast ganz ausser Curs zu setzen.

Bis zu Anfang der 60er Jahre erbaute und benutzte man daher die zweiachsigen (vierrädrigen) Locomotiven vorzugsweise und im Allgemeinen als Rangirmaschinen[1]) auf Eisenbahn-Bahnhöfen, für Erdtransporte, für Steinkohlenbahnen etc., überhaupt nur für Bahnen mit sehr geringem Verkehr, doch nicht für den Transport von Personen.

Der jetzige Director G. Krauss in München (damals Maschinenmeister der schweizerischen Nordostbahn in Zürich) scheint, mindestens in Deutschland, der Erste gewesen zu sein, der sich von 1865 an bemühte, die zweiachsigen Locomotiven wieder zur allgemeinen Verwendung für Personenzüge geeignet zu machen und betreffende Exemplare derselben zu construiren[2]).

Fig. 1 der nachfolgenden Tafel *A* ist die Dispositionsskizze einer solchen Tender-Locomotive des Herrn Krauss und zwar speciell von der Art, wie

---

Locomotiven mit Achsen, welche in der Richtung ihrer geometrischen Achse verschiebbar sind und

Locomotiven mit (besonderen) drehbaren Achsen, d. h. Maschinen mit einer Vorrichtung, welche das Einstellen der Achsen unter einem Winkel gegen einander gestattet. Ausführlicher hierüber handelt Professor Grove in Heusinger's Handbuche etc., Bd. III, S. 114—120.

1) Heusinger's Organ, Jahrgang 1866, S. 15 unter der Ueberschrift Ueber vierrädrige gekuppelte Locomotiven für Personen- und gemischte Züge." (G. Krauss, Vortrag bei der Dresdener Versammlung deutscher Eisenbahn-Techniker, im September 1865).

2) Die allerersten von Herrn Krauss gebauten vierrädrigen Personen-Zug-Locomotiven seines ursprünglichen Systemes, scheinen vierrädrige Tender-Maschinen für die nur 20 Kilometer lange Schweizerbahn von Oerlikon (Zürich) nach Bülach gewesen zu sein. Man sehe hierüber Heusinger's Organ, Jahrgang 1865, S. 87. Nächstdem die Maschine (gleicher Construction) der Bülach-Regensberger-Bahn, bei deren Besprechung in Heusinger's Organ etc., Jahrgang 1866, S. 239 (zum ersten Male) eine Skizze derselben veröffentlicht wird, die auch ganz der gleicht, welche sich auf der folgenden Tafel A unter I (Oldenburger-Bahn-Locomotiven) vorfindet.

solche seiner Zeit zuerst für die Oldenburger Staatsbahnen in Anwendung genommen wurden [1]).

Das Allgemeine dieser Disposition besteht in Folgendem: Aussenliegende Cylinder, innenliegender Rahmen, gekuppelte Triebräder, tief gelegter in drei Punkten unterstützter Kessel aus Gussstahlblech und ein Rahmenbau, ein vollständiger Kastenbau, der unabhängig vom Kessel ist und zugleich das unter dem Kessel liegende Speisewassergefäss bildet [2]).

Eine fernere Eigenthümlichkeit der Krauss'schen Locomotiven ist der fehlende Dom. Statt dessen hat man, nach Hawthorn's Vorgange [3]) und dem guten Beispiele von Beyer, Peacock & Co. in Gorton bei Manchester folgend [4]), im Dampfraume des Kessels eine sogenannte Dampftrocknungsröhre angebracht, deren Wände mit Langschlitzen für den Dampfeintritt versehen sind [5]).

Wie alle menschlichen Werke, so haben auch die Krauss'schen Locomotiven nicht blos Lob [6]), sondern auch Tadel [7]) erfahren, letzterer meist da-

---

1) Heusinger's Organ, Jahrgang 1867, S. 231. Hier wird das zur Pariser Welt-Ausstellung von 1867 gesandte Exemplar dieser Locomotiven besprochen, was zugleich das erste Erzeugniss des am 1. November 1866 eröffneten Münchener Etablissements war. (Jetzt Lokomotivfabrik Krauss & Co)

2) Vollständigere Abbildungen einer der neueren derartigen Krauss'schen Tender-Locomotiven (und zwar für die Uetli-Berg-Bahn), folgt später unter den detaillirten, speciellen Beispielen. Wassergefässe unter der Locomotive finden sich jedoch schon bei den Sharp'schen Tendermaschinen S. 365, Fig. 313 und 314.

3) Patent Specification vom 21. Mai 1839, Nr. 8277. Ferner bei der S. 360, Fig. 310 und 311 besprochenen Crampton'schen Locomotive.

4) Colburn (Clark) Locomotive Engineering. Ausgabe von 1871, p. 259, Plate III.

5) Die für Oldenburg bestimmte Locomotive der Pariser Welt-Ausstellung von 1867, wofür Krauss mit der goldenen Medaille beehrt wurde, hatte folgende Hauptdimensionen: Cylinderdurchmesser 0,355 Meter, Kolbenhub 0,560 Meter, Durchmesser der Triebräder 1,50 Meter, Achsstand 2,450 Meter, Belastung jeder Achse 10,910 Tons (im arbeitsfähigen Zustande). Länge des Rostes 0,950 Meter, Breite desselben 1,0 Meter, Volumen der Feuerbüchse 1,3 Cubikmeter, Anzahl der Feuerrohre 156, Länge der Rohre 3,50, innerer Durchmesser derselben 40 Millimeter, Wanddicke der Rohre 2 Millimeter, Durchmesser des cylindrischen Kessels 1,164, totale Heizfläche 80,114 Quadratmeter. Die Dampfspannung wurde zu 10 Atmosphären Ueberdruck angenommen. Ueber Constructions-Details dieser Locomotiven handelt ein Aufsatz in Heusinger's Organ, Jahrgang 1868, S. 20 etc.

6) Glück, Probefahrten auf der k. k. österreichischen Dniester-Bahn. Heusinger's Organ, Jahrgang 1873, S. 92 etc.

7) Der fünften Versammlung (1870) deutscher Eisenbahn-Techniker wurden Fragen über Verwendung vierrädriger Locomotiven vorgelegt (Heusinger's Organ, 1870, S. 85), wobei sich herausstellte, dass man für die österreichische Südbahn nicht daran denke, solche Locomotiven zu verwenden, und dass sie bei

durch erzeugt, dass man sie für alle Zwecke und Fälle als gleich brauchbar und als völlig makellos bezeichnete [1]). Der Verfasser kann sich hier auf ein ausführliches Pro und Contra des Gegenstandes nicht einlassen und bemerkt daher nur, dass diese Maschinen ganz vortrefflich sind für Bahnen des Weltverkehrs, wo man weder gewaltige Massen zu transportiren hat, noch sehr grosse Fahrgeschwindigkeiten verlangt, ausgezeichnet genannt werden müssen sie für Secundärbahnen mit normaler oder schmaler Spur, als Rangirmaschinen, Industriemaschinen etc., ganz besonders aber auch für steile Bergbahnen, die ausserhalb des Weltverkehres liegen, worin aber Curven mit kleinen Krümmungshalbmessern vorkommen, ein kurzer Radstand erforderlich ist, das ganze Gewicht mit Wasser und Brennmaterial zur Adhäsion mitwirkt und die bei möglichst geringem Gewichte eine grosse Heizfläche besitzen.

Von den vielen bemerkenswerthen Locomotiven anderer Constructeure aus der Zeit der 60er und 70er Jahre notiren wir nachstehende.

---

der Kaiserin-Elisabeth-Bahn geradezu verboten sind. — Im Referate der sechsten Versammlung der genannten Techniker (im Jahre 1874), finden sich S. 200 folgende Angaben: „Die Locomotiven der Oldenburgischen Staats-Eisenbahnen sind sämmtlich vierrädrig und gekuppelt. Die grösseren Maschinen dieser Art, welche ebensowohl für Personenzüge wie für Güterzüge verwendet werden, haben einen Radstand von 2,460 Meter und einen Raddurchmesser von 1,50 Meter. Die Räder sind gleichmässig belastet. Die Belastung wird auf die Vorderachse durch zwei Längsfedern, auf die Hinterachse durch eine Querfeder übertragen. Diese Maschinen befördern Personenzüge mit Geschwindigkeiten bis zu reichlich 60 Kilometer pro Stunde (8 deutsche Meilen pro Stunde), ohne dass der Gang derselben ein erheblich unruhiger wird. Es haben diese vor solchen dreiachsigen Maschinen, bei welchen die Belastung zweier Achsen durch Balancier-Vermittelung auf einen Punkt concentrirt ist, den Vortheil, dass Entlastungen der Vorderräder, welche ohnehin hier stärker als gewöhnliche Laufräder belastet sind, durch Schwankungen um eine horizontale Querachse, weniger leicht bewirkt werden. Dagegen macht sich bei Geschwindigkeiten, welche das obige Maass überschreiten, der Einfluss des kleinen Radstandes (durch schlängelnde Bewegungen in kurzen Bögen) und das Vorhandensein von nur vier Auflagerpunkten durch Schwankungen um deren Diagonalen) in stärkerem Grade bemerkbar. Hierdurch ist der Gang der Maschinen bei grossen Geschwindigkeiten, besonders in geraden Gleisstrecken und stets dann ein weniger ruhiger, als der der dreiachsigen Maschinen, wenn die Gleislage keine gute, wenn die Radreifen ausgelaufen und unrund und wenn seitlicher Spielraum der Achsschenkel in den Lagern vorhanden ist."

1) Hinsichtlich des Einwurfes, dass zweiachsige Locomotiven immerhin ein ähnliches oder gleiches Unglück wie (1842, S. 350) auf der Versailler-Bahn veranlassen können, bemerkt Herr Krauss (Heusinger's Organ 1866, S. 16 etc.) selbst, dass bei guten (z. B. Krupp'schen) Gussstahlachsen und bei hinreichender (?) Stärke derselben derartiges **nie** (?) zu befürchten sei!

Im Engineering (vom 12. Januar 1872), wird, unter der Ueberschrift „Vierrädrige Locomotiven", letzterer Behauptung widersprochen und die Besorgniss hervorgehoben, welche die zunehmende Verwendung vierrädriger Locomotiven für starken Personenverkehr auf dem Continente veranlassen. Man sehe deshalb auch Heusinger's Organ, Jahrgang 1873, S. 117.

Beyer, Peacock & Co. in Gorton bei Manchester liefern ebenfalls vortrefflich angeordnete, vierrädrige Tenderlocomotiven, als Beispiel derselben citiren wir die Maschinen, welche diese Firma u. A. für die Great Northern of Scotland Eisenbahn bauten [1]).

In England überhaupt machten sich mit zweiachsigen Tendermaschinen, zuerst bei Gelegenheit der Londoner internationalen Ausstellung von 1862, die Firma Manning, Wardle & Co. in Leeds für weitere Kreise bemerkbar [2]). Eigenthümlich war hier, dass man einen Kasten für das Speisewasser sattelförmig über dem Langkessel gelagert hatte. Seitwärts am Kessel befanden sich Behälter zur Aufnahme des Heizmaterials.

Mit ebenfalls sattelförmigen über dem cylindrischen Kessel angebrachten Wasserkasten producirten Henry Hughes & Co. in Longhborough eine vierrädrige Tendermaschine bei der Weltausstellung in Paris im Jahre 1867 [3]).

Ein gleiches Exemplar hatte dieselbe Firma zur Wiener Weltausstellung 1873 eingesandt. Näheres hierüber in den unten citirten Quellen [4]).

Von zweirädrigen Locomotiven französischer Maschinenfabriken machten sich bereits im Anfange der 60er Jahre die der Pariser Firma Anjubault für Kohlenbahnen, Hüttenwerkdienste, als Rangirmaschinen etc. bemerkenswerth. In Heusinger's Organ [5]) werden diese Locomotiven (unter der Ueberschrift: „Rangir-Maschinen") sehr belobt und zwar nach den Erfahrungen auf den ausgedehnten Hüttenwerken der Herren de Wendel in Hayange.

Zur Pariser Ausstellung von 1867 sandten die Werkstätten von Graffenstaden eine für die badische Staatsbahn (für gemischte Züge) bestimmte Tenderlocomotive ein, die als Concurrentin der damals gleichzeitig ausgestellten Krauss'schen Maschinen galt. Erstere Maschine hatte jedoch statt des kastenförmigen Rahmens (bei Krauss) einen solchen aus T-Eisen etc. Grössere Abbildungen dieser Elsasser Locomotive liefert Couche [6]).

Auf derselben Pariser Ausstellung (1867) fand sich auch eine von der belgischen Société Couillet gelieferte Tendermaschine mit Blindachse (S. 371) und mit innenliegenden Cylindern, wobei man auch die Heusinger

---

1) Clark & Colburn, Recent pratice in the locomotive engine etc. p. 79, Pl. 22.

2) Sammann, deutscher amtlicher Bericht der Londoner Ausstellung von 1862, Heft XVII, Classe 8, S. 467.

3) Heusinger's Organ, Jahrgang 1867, S. 244 und ebendaselbst 1868 mit Abbildungen auf Tafel IX. Bekannt waren diese Locomotiven in England („contractors engines" genannt) längst und vielfach beim Eisenbahnbaue zu Erd- und Materialtransport verwandt.

4) Deutscher officieller Bericht über die Wiener Weltausstellung von 1873, Bd. II, S. 259 und Schaltenbrand „Die Locomotiven", S. 15.

5) Jahrgang 1865, S. 237. Die beigegebene Tafel XVI enthält vier Abbildungen der Anjubault'schen Locomotive.

6) Voie Matériel Roulant etc., Tome II, p. 324, Pl. XIX und XX. Auch Schaltenbrand liefert Beschreibung und Abbildung in Uhland's praktischem Maschinen-Constructeur, Jahrgang 1868, S. 235, Tafel 29a.

v. Waldegg'sche Steuerung (S. 381) in Anwendung gebracht hatte [1]). Grössere Abbildungen dieser Locomotiven finden sich ebenfalls bei Couche [2]).

Seit einigen Jahren baut man in den Etablissements der Société Cockerill in Seraing (ursprünglich für die Bedürfnisse des ausgedehnten Werkes selbst) Tenderlocomotiven mit vertical stehendem Dampfkessel von der allgemeinen Anordnung wie Fig. 2 auf Tafel *A*, die auch als Rangirmaschinen für die Bahnhöfe vielfach Anwendung finden sollen [3]).

Wo es darauf ankommt, Tenderlocomotiven für industrielle Zwecke mit kurzem Radstande und sehr gedrängtem Bau zu besitzen, ist gegen derartige Maschinen Nichts einzuwenden, nur ist erforderlich, dass man für einen hinlänglich grossen Wasserraum sorgt, weil sonst nicht Dampf genug geliefert werden kann, indem die verticalstehenden Feuerröhren den gesammten Kesselraum sehr beschränken. Dass sich vertical gestellte Dampfkessel nur für ganz specielle Zwecke (Rigi-Zahnstangenbahn, S. 421, Fig. 341), nicht aber für Eisenbahnlocomotiven überhaupt eignen, wurde bereits S. 342 (Note 2) erwähnt.

Der Vollständigkeit wegen muss der Verfasser noch auf die zweiachsigen Locomotiven der k. k. österreichischen Staats-Eisenbahn-Gesellschaft (System Engerth, S. 575) verweisen. In dem grossen bereits citirten Haswell'schen Zeichnungswerke (Locomotive Typen) findet sich diese Maschinengattung unter Nr. 20. Aehnliche folgen später als System Behne Kool.

Von deutschen Maschinenbauanstalten beschäftigte sich besonders, nächst Krauss in München [4]), mit dem Baue vierrädriger Locomotiven (mit Schlepp-Tender oder als Tendermaschinen) vorzugsweise die Karlsruher [5]) Fabrik, die Darmstädter [6]), die Maschinenfabrik Zorge (am Harz) [7]) und die Ma-

---

1) Heusinger's Organ, Jahrgang 1867, S. 241. Auch dessen Handbuch der Eisenbahn-Technik, Bd. III, S. 987.

2) Voie Matériel Roulant etc., Tome II, p. 333, Pl. XX.

3) Man sehe hierüber auch Petzholdt in Heusinger's Handbuche etc. Bd. III, S. 1006 und in Schaltenbrand's Werke „Die Locomotiven", S. 66 und 67.

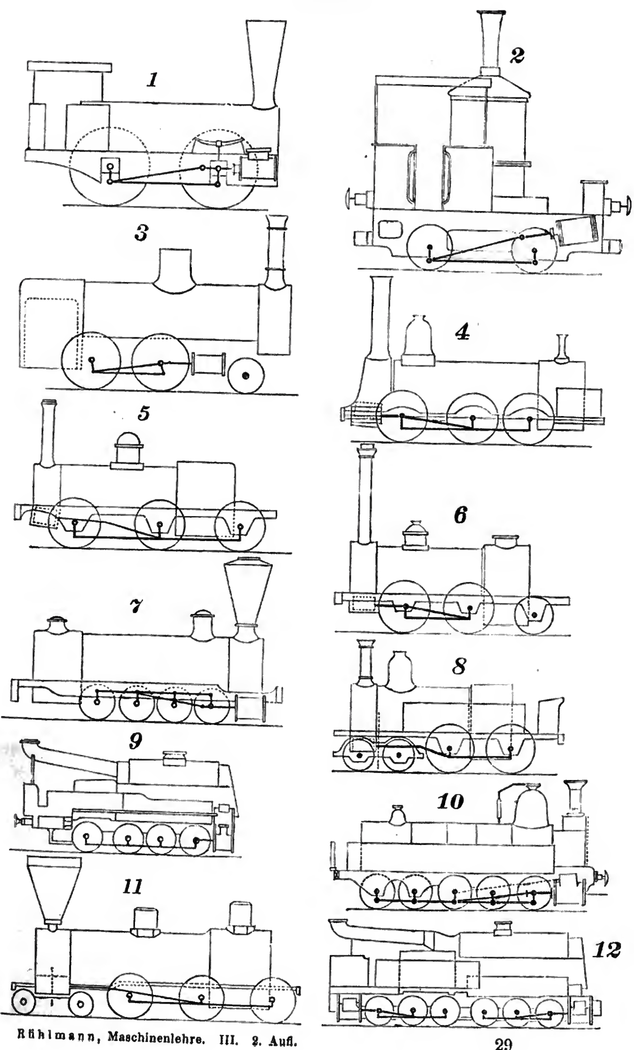
4) Krauss hat sich auch die Aufgabe gestellt für secundäre Bahnen Locomotiven zu bauen, die jedes Bedürfniss zu befriedigen im Stande sind. Nach Heusinger's Organ, Jahrgang 1871, S. 22, werden dieselben von der Münchener Fabrik für eine Arbeitsleistung von 7 bis 150 Maschinenpferden und in Verhältnissen geliefert, welche die vorbemerkte Quelle verzeichnet. Man sehe hierüber auch Petzhold „Locomotive", S. 157.

5) Heusinger's Organ, Jahrgang 1865, S. 239 (für den Dienst auf der Eisenbahn-Schiffbrücke über den Rhein bei Maxau). Nach Schaltenbrand („Die Locomotiven", S. 158) baut die Karlsruher Maschinenbauanstalt jetzt Tender-Locomotiven für schmale und normale Spurweiten als Specialität in 10 verschiedenen Typen. Eine vollständig tabellarische Uebersicht der Hauptdimensionen und Leistungen dieser 10 Typen giebt Schaltenbrand a. a. O., S. 162 und 163.

6) Schaltenbrand a. a. O. S. 161. Bis 1873 hatte diese Fabrik bereits 33 Tender-Locomotiven geliefert.

7) Diese Fabrik baut vorzugsweise normalspurige Locomotiven mit stehen-

Tafel A.



schinenbau-Actien-Gesellschaft (vormals Georg Egestorff) in Linden vor Hannover.

Der hier zu Gebote stehende Raum gestattete eine grössere Anzahl Skizzen und ein möglichst vollständiges Dimensionsverzeichniss nur von Locomotiven des letztgenannten, dem Verfasser besonders befreundeten und zugleich umfangreichsten Etablissements, beziehungsweise auf den nachher folgenden Tafeln B und C (Fig. 1 bis mit 24) Seite 463 und 464 aufzunehmen.

Es dürfte ferner hier der geeignete Ort sein, einer für Secundärbahnen bestimmten vierrädrigen Locomotive zu gedenken, welche durch eine von der Direction der Rheinischen Eisenbahngesellschaft in Cöln gestellte Preisaufgabe entstanden ist. Die Aufgabe bestand hauptsächlich darin, für Secundärbahnen eine vierrädrige Locomotive mit Schlepp-Tender zu construiren, wobei das Ueberschreiten der Fahrzeit von 40 Minuten für die deutsche Meile (11,5 Kilometer Geschwindigkeit pro Stunde) durch eine besondere, automatisch und sicher wirkende Vorrichtung unbedingt verhindert wird[1]).

Die betreffende Aufgabe wurde gelöst und zwar durch den Obermaschinenmeister Grund in Breslau, dem man auch den Preis (von 1000 Thalern) zuerkannte.

Nachher wurde Grund's Project in Oesterreich (von Mannhard in Mödling) ausgeführt und mit einer solchen Locomotive experimentirt und auch zufriedenstellende Resultate erlangt. Hierüber, so wie über Specialitäten der Maschine hat Herr Insp. Tilp in Heusinger's Organ (1874 S. 52) berichtet, woraus wir Folgendes entnehmen.

Bei der zweiachsigen Grund'schen Locomotive sind die vier auf den Schienen stehenden Räder zunächst dazu bestimmt, den ganzen Bau zu tragen, (sind Laufräder), die man aber auch zugleich als Mittel zur Bewegungsfortpflanzung benutzt. Auf den Scheiteln dieser Räder ruhen und laufen nämlich Frictionsrollen, welche zugleich die Trieb- und Kuppelräder der Locomotive sind, Kurbeln aufgesteckt haben etc. Diesem gemäss liegen auch die beiden vorhandenen aussenliegenden Dampfcylinder höher als gewöhnlich, die Steuerung ist ausserhalb, die Wasserkästen befinden sich zu beiden Seiten des liegenden Röhrenkessels, die Kohlen rückwärts auf der Plattform etc. etc.

Der Apparat zur Begrenzung der Geschwindigkeit liegt unterhalb des Kessels. Derselbe besteht zunächst aus einem vierkugeligen Regulator, der bei Ueberschreitung einer Geschwindigkeit von 40 Minuten pro deutsche Meile ein Ventil öffnet, das den Kesseldampf in einen Cylinder treten lässt und dessen Kolbenstange auf eine Blindachse wirkt, deren Hebel gusseiserne Bremsklötze an die Räder drückt etc. etc.

Ausser dieser ersten Versuchsmaschine ist Weiteres nicht bekannt geworden. Grosse Hoffnung für eine allgemeinere Verwendung dieses Locomotivsystemes für Secundär-Eisenbahnen[2]) hegt der Verfasser nicht.

---

dem Kessel, sowie schmalspurige mit stehendem oder liegendem Kessel Ausführlich mit Abbildungen begleitet bei Schaltenbrand a. a. O., S. 166.

1) Das vollständige Preis-Programm findet sich abgedruckt in Heusinger's Organ, Jahrgang 1872, S. 229.

2) Der Verfasser benutzt hier die Gelegenheit den „Grundzügen für die

B. Sechsrädrige Locomotiven.

Der bekannte Grundtypus der Stephenson'schen dreiachsigen Locomotive vom Jahre 1833 (S. 335, Fig. 289) mit einem grossen Triebrade in der Mitte, nahe dem Schwerpunkte des ganzen Baues und mit zwei Laufrädern, wovon das eine vor der Feuerkiste, das andere hinter der Rauchkiste placirt ist, wird noch jetzt in England fast allgemein (mit Recht) als gute Schnellzugs- und Courier-Maschine bezeichnet. Auf dem Continente (mit Ausnahme z. B. auf der Leipzig-Dresdener-Eisenbahn), wo nicht wie in England, viel kleine Züge, ohne grosse Lasten, möglichst schnell befördert werden müssen, hat man in jüngster Zeit geglaubt, diese Locomotivgattung durch solche mit zwei gekuppelten Triebrädern ersetzen zu müssen [1]), was u. A. aus der Betrachtung von Tafel B erhellt, worin die Schnellzugs-Personen-Locomotiven der verschiedenartigsten Continental-Maschinen zusammengestellt sind. Indem der Verfasser hinsichtlich ausführlicher Darstellung einer dieser beliebten englischen Locomotiven auf die Skizzen und Dimensionsangaben in dem später folgenden Abschnitt „Ausführliche Beschreibung einiger Locomotiven der Gegenwart" verweist, bemerkt er hier Folgendes:

Die Stephenson'sche dreiachsige Schnellzugslocomotive mit einem Laufrade baut man bald mit Inside-, bald mit Outside-Cylindern, bald mit Innen-,

---

Gestaltung der secundären Eisenbahnen", welche die Constanzer Eisenbahn-Techniker-Versammlung (Juni 1876) aufgestellt hat, Folgendes zu entnehmen:

a) Secundäre Eisenbahnen, mit normaler Spurweite von 1,435 Meter, welche an die Hauptbahnen schliessen, sollen die Fahrgeschwindigkeiten 40 Kilometer pro Stunde nicht überschreiten.

b) Secundäre Eisenbahnen, welche zur Vermittelung des Güterverkehrs und für den Local-Personen-Verkehr bestimmt sind, sollen bei normaler Spurweite (1,435 Meter) eine Fahrgeschwindigkeit von 15 Kilometer nicht überschreiten.

c) Für secundäre Eisenbahnen von 1,0 Meter oder 0,750 Meter Spurweite, wobei die grösste Fahrgeschwindigkeit auf 15 Kilometer pro Stunde beschränkt wird, treten erleichternde Bau- und Betriebsbestimmungen ein.

Nach Ober-Baurath Buresch in Oldenburg's Schrift „Die schmalspurige Eisenbahn von Ochold nach Westerstede" (Hannover 1877) ist zu rathen, bei solchen Bahnen eine Fahrgeschwindigkeit von 20 Kilometer pro Stunde nicht zu überschreiten.

1) Durch entsprechende Federspannung lässt sich bei den Stephenson-schen Personenlocomotiven mit einer einzigen Triebachse in der Mitte des Baues, wenn man will, fast das ganze Gewicht auf diese Achse zum Aufgriffe bringen. Allerdings kann dann diese Achse leicht mit mehr als 14000 Kilogramm oder 14 Tons als das empfehlenswerthe Maximum (Technische Vereinbarungen vom Juni 1876, S. 18, §. 105) belastet werden. Bei englischen Locomotiven soll die Belastung einer Achse öfters 15,2 Tons betragen (Schaltenbrand „Locomotiven", S. 533). Nach Heusinger's Handbuche, Bd. III, S. 982 (Note) soll die stärkste Achsenbelastung bei den Locomotiven der Wiener Ausstellung von 1873, doch nicht mehr als 13,20 Tons und zwar bei einer französischen Maschine (Acht-Kuppler) aus Creuzot, betragen haben.

bald mit Aussenrahmen[1]) oder mit der Combination beider (Innenrahmen für die Triebräder, Aussenrahmen für die Laufräder) und wobei man endlich auch zuweilen die Hinterachse (nach Cudworth[2]) S. 395, Fig. 328) unter der Feuerkiste placirt, wenn letztere für gewisses Brennmaterial sehr lang gemacht werden muss. Höchst selten bringt man das hintere Laufrad so an, wie bei den Stephenson'schen Maschinen aus dem Jahre 1845 (Fig. 306 und 307), wo sämmtliche Achsen zwischen Feuer- und Rauchkiste liegen, indem man hierdurch zwar einen kürzeren Achsstand, für Schnellzugsmaschinen, aber einen viel zu unruhigen Gang erhält.

Eine eigenthümliche dreiachsige Locomotive mit zwei gekuppelten Triebrädern, welche R. Hartmann in Chemnitz zuerst für sächsische Gebirgs-Eisenbahnen construirte, ist Fig. 3 Tafel A skizzirt. Das (vordere) Laufräderpaar liegt hier in einem Bissel'schen einachsigen Gestelle (S. 384, Fig. 324), welches letztere durch Anwendung einer Querbalancierfeder modificirt ist. Mit diesen (allerdings nicht zum Schnellfahren geeigneten) Locomotiven soll man Curven von 200 Meter Radius (und weniger) mit Steigung von $^1/_{40}$ ganz vortrefflich befahren und wird behauptet[3]), dass die Reibungen, gegen Locomotiven mit drei steifen Achsen (unter sonst gleichen Umständen) mehr als 18 Procent geringer sein sollen. (Abbildungen in verhältnissmässig grossem Maassstabe liefert Heusinger a. a. O.). In jüngster Zeit scheinen diese Locomotiven durch solche mit dem Nowotny'schen Vordergestelle (S. 429, Fig. 353) mehr oder weniger verdrängt zu werden.

Eine bereits gleichfalls schon von R. Stephenson in Anwendung gebrachte Locomotivendisposition (S. 358, Fig. 308), wobei sämmtliche Achsen zwischen Feuerkiste und Rauchkiste liegen, die beiden Hinterachsen aber gekuppelt sind, werden neuerdings noch vielfach benutzt, u. A. auch bei der Altona-Kieler-Bahn, als Maschine für gemischte Züge. Man sehe deshalb die betreffende Skizze auf Tafel B, sowie in Bezug auf Dimensionen und Gewichte die zugehörige Tabelle S. 464.

Beliebte vielfach angewandte schwere Güterzugmaschinen mit drei ge-

---

1) Colburn-Clark (Ausgabe von 1871), Locomotive Engineering. Plate I, II, III und IV. Ferner Kässner „Zusammenstellung gegenwärtiger Locomotiv-Systeme und deren Abarten". Heusinger's Organ etc., Jahrgang 1872, S. 65. Hier findet man auf Tafel V Abbildungen solcher Locomotiven für englische, ägyptische und deutsche Bahnen (Cöln-Minden, sächsisch-böhmische Bahn). Eine 33 Tons schwere Schnellzugsmaschine für die London-Brighton- und South-Coast-Railway-Bahn bespricht der Engineer vom 17. September 1875, p 199. Diese Maschine ist mit Inside-Cylindern von 17 Zoll Durchmesser und 24 Zoll Kolbenhub ausgestattet, hat Triebräder von $6^3/_4$ Fuss Durchmesser, während jedes Laufradpaar $4^1/_2$ Fuss hoch ist. Diese Maschinen sollen zuweilen mit 48 engl. Meilen (77,232 Kilometer) Geschwindigkeit pro Stunde fahren.

2) Passagierlocomotiven für die South-Eastern-Railway. Abbildungen im Engineer vom 24. December 1875.

3) Heusinger's Organ etc., Jahrgang 1866, S. 158, Tafel XII. Ferner Sammann im deutschen officiellen Berichte über die Weltausstellung in London vom Jahre 1862, Heft XVII, Classe 5, S. 482.

kuppelten Achsen zwischen Feuer- und Rauchkiste wurden Fig. 4, Tafel A so skizzirt, dass damit sowohl Innen- als Aussencylinder angedeutet sind. In anderen Mustern finden sich diese Maschinen auch auf Tafel C (als Maschinen für gemischte Züge) nebst zugehörigen Tabellen über Dimensionen und Gewichte.

In Deutschland findet dies System ganz allgemeine Anwendung, so namentlich bei den bayrischen Staatsbahnen (Maschinen aus der v. Maffei'schen Fabrik) zum Befahren der steilen Strecken im Fichtelgebirge[1]), ferner zum Betriebe der würtembergischen Alpenbahn, insbesondere der Strecke Geislingen-Ulm (Maschinen aus der Kessler'schen Fabrik in Esslingen)[2]).

Letzteres Etablissement lieferte auch viele Locomotiven dieser Gattung (mit Aussenrahmen) für die Odessa-Balta-Bahn, wovon später eine ausführliche mit Abbildungen begleitete Beschreibung folgen wird.

Nächstdem verwendet man das ganze System (mit Aussencylindern und Inside-Rahmen) auf der hannoverschen Südbahn, wo sich ebenfalls das Bedürfniss eines kurzen Achsstandes, wegen des Durchfahrens scharfer Curven, mit bedeutender Adhäsionskraft wegen Ansteigungen (bis zu $^1/_{64}$), vereinigt[3]). Mit

---

1) Ueber die Maschinen der Fichtelgebirgsstrecken verdankt der Verfasser Herrn v. Maffei nachfolgende Notizen: Die 6 gekuppelten Triebräder haben 4 Fuss englisch Durchmesser, die beiden Dampfmaschinen 18 Zoll Cylinderdurchmesser und 26 Zoll Kolbenhub haben Feuerkiste und Kessel 1400 Quadratfuss Heizfläche, wobei die Maschinen mit einem Dampfdrucke von 10 Atmosphären arbeiten. Cylinder und Rahmen sind aussenliegend, der Radstand beträgt 10 Fuss englisch und das Gewicht der Maschine im dienstfähigen Zustande ist 660 Zollctnr. Auf der sogenannten schiefen Ebene zwischen Neuenmarkt und Schorgast (die auf $^3/_4$ Meilen eine Steigung von $^1/_{40}$ und auf fernere $^1/_4$ Meile eine Steigung von $^1/_{70}$ hat) werden Güterzüge von 30 Wagen (à 250 Zollctnr. Gewicht) mittelst zweier solcher Locomotiven befördert, so dass auf jede Maschine eine Last von 3750 Ctnr. kommt. Eine solche Maschine nebst Tender wiegt dabei (gefüllt) 1000 Ctnr. Auf der Steigung von $^1/_{40}$ wird mit einer Geschwindigkeit von 2 deutschen Meilen pro Stunde gefahren. Die in Wien (1873) ausgestellte Maffei-sche dreiachsige Maschine (Drei-Kuppler) findet man in schöner Abbildung bei Schaltenbrand „Locomotive" Tafel XVIII.

2) Die schweren Güterzugmaschinen der Würtembergischen Staatseisenbahn haben (nach gütiger Mittheilung Herrn Kessler's) Innenrahmen und Aussencylinder von 19 Zoll englisch Durchmesser, 24 Zoll Kolbenhub und eine Heizfläche von 1658 Quadratfuss. Die drei gekuppelten Räderpaare haben Durchmesser von $4^1/_2$ Fuss englisch. Das Gewicht der ganzen Maschine (ohne Tender) beträgt leer 33 Tonnen und gefüllt 36 Tonnen. Schöne Abbildungen folgen später.

3) Die von Schwartzkopf in Berlin für die hannoverschen Bahnen erbauten Lastzuglocomotiven haben ebenfalls Innenrahmen und Aussencylinder. Letztere haben 14 Zoll engl. Durchmesser und 25 Zoll Kolbenhub, die Triebräder 4 Fuss $5^1/_4$ Zoll Durchmesser und 11 Fuss 10 Zoll Achsstand (4 Fuss 10 Zoll Entfernung der Hinter- und Mittelachse, 7 Fuss Entfernung der Mittel- und Vorderachse). Die directe Heizfläche (Feuerkiste) beträgt 80 Quadratfuss, die indirecte Heizfläche (Röhren von 14 Fuss Länge) 1050 Quadratfuss, die Totalheizfläche also 1130 Quadratfuss. Das Gesammtgewicht der Maschine von 660

Aussenrahmen und Inside-Cylindern verwendet man ferner diese Maschinen (aus der A. Borsig'schen Fabrik) auf der Niederschlesisch-Märkischen Bahn und mit Innenrahmen und Outside-Cylindern (aus derselben Fabrik) beim Betriebe der Saarbrücker Bahn [1]). Von letzterer Anordnung finden sich auch Locomotiven (aus der Karlsruher Fabrik) auf den badischen Bahnen und mit Inside-Rahmen und Inside-Cylindern (ebenfalls aus der Karlsruher Maschinenfabrik) auf den belgischen Staatsbahnen [2]).

In England scheint diese Locomotivgattung nicht viel, jedoch unter Anderm auf der Manchester-Scheffield- und Lincoln-Eisenbahn (aus der Fabrik von Sharp Brothers & Comp., als Beyer erster Constructeur war) in Anwendung gekommen zu sein. Nach Form, der Detailconstruction und Ausführung kann man diese (Beyer'schen) Locomotiven als wahrhaft ausgezeichnete Muster der Gattung betrachten [3]).

Auch Neilson in Glasgow lieferte derartige Locomotiven [4]).

In Frankreich findet sich das Maschinensystem Fig. 7, Tafel A besonders auf der Paris-Lyon-Marseiller Linie in Anwendung [5]), sowie auf der Orleans-Bahn (von Polonceau mit Aussenrahmen und Inside-Cylindern) [6]) und auf der Paris-St.-Germain-Bahn, mit Inside-Rahmen und Aussencylindern.

Bei mehr oder weniger in Krümmung liegenden Bahnen legt man zuweilen die dritte gekuppelte Achse hinter die Feuerbüchse und gelangt damit zur

---

Ctrn. vertheilt sich derartig, dass 230 Ctnr. auf die Vorderachse, 200 Ctnr. auf die Mittelachse kommen und 230 Ctnr. auf die Hinterachse. Zwischen Vorder- und Mittelachse sind Federbalanciers von ungleicher Hebellänge eingeschaltet.

1) Dimensionsangaben dieser Maschinen der A. Borsig'schen Fabrik finden sich weiter unten, bei Gelegenheit der Abbildung und speciellen Besprechung einer Locomotive dieses Maschinenetablissements.

2) Auch diese Karlsruher Maschinen finden sich später in einer tabellarischen Uebersicht.

3) Schöne Abbildungen nebst Beschreibung giebt Clark in seiner Railway-Machinery p. 213, Platte 18, 19 u. 20. Die Cylinder haben 18 Zoll Durchmesser bei 24 Zoll Kolbenhub. Die Triebräder sind 5 Fuss $^1/_2$ Zoll hoch und der Achsstand beträgt 12 Fuss 2 Zoll. Der Kessel enthält 133 Messingröhren von $2^1/_2$ Zoll (äusserem) Durchmesser und von 14 Fuss $3^1/_2$ Zoll Länge. Die Rostfläche beträgt 10,52 Quadratfuss. Im Betriebszustande wiegt die Maschine $26^1/_4$ Tons, davon kommen $8^1/_2$ Tons auf die Vorderachse, 9 Tons auf die Mittelachse und $8^3/_4$ Tons auf die Hinterachse.

4) Colburn-Clark, Locomotive Engineering (1871) Platte XII und XIII.

5) The Engineer vom 27. Januar 1863, p. 53 und ferner 69 u. 83.

6) Polonceau (Ingénieur en chef de chemin de fer de Paris à Orléans): Machine Locomotive à marchandises à six roues accouplées: in Armengaud, Publication industrielle etc., Vol. 9, p. 34, Pl. 4 et 5. Um den Eintritt der Vorderräder in Curven zu erleichtern, hat Polonceau die Achse mit einer Vorrichtung versehen, die eine seitliche Verschiebung von etwa $^3/_4$ Zoll gestattet und der man den Namen „osselet" gegeben hat. Perdonnet a. a. O. Vol. 3, p. 629.

Disposition Fig. 5, Tafel A, welche als Repräsentant schwerer englischer Güterlocomotiven betrachtet werden kann. Abbildungen einer solchen Maschine, von Ramsbottom für die London-North-Western-Bahn construirt, finden sich in der unten angegebenen Quelle [1]). Das vielleicht grösste Exemplar dieser Locomotivgattung dürfte wohl das sein, welches vor einigen Jahren Stirling in Doncaster für die englische Great-Northern-Eisenbahn baute. Diese mit Inside-Cylindern von 19 Zoll Durchmesser und 28 Zoll Kolbenhub ausgestattete Maschine hatte gekuppelte Triebräder von 61 Zoll engl. Durchmesser und beträgt das Totalgewicht dieser (mit Schlepptender versehenen) für schwere Güterzüge bestimmten Maschine nicht weniger als 40 Tons. Ausführliches hierüber (mit mehreren grossen Abbildungen begleitet) findet sich in der unten notirten Zeitschrift [2]). Ebenfalls mit Innencylindern für dieselbe (Great-Northern) Bahn lieferten schon 1867 Manning, Wardle & Co. in Leeds, Tender-Locomotiven mit derselben Achsenstellung. Hiervon finden sich in Colburn-Clark's Locomotive-Engineering [3]) drei Tafeln schön ausgeführte Abbildungen.

Sturrock's (Maschinendirector der Great-Northern-Bahn) Locomotiven mit sechs gekuppelten Rädern, der Achsen-Disposition Fig. 5 Tafel A entsprechend, mit Aussen- und Innenrahmen und mit inwendigliegenden Cylindern, finden sich beschrieben und schön gezeichnet in Clark's Railway-Machinery p. 212, Plate 17.

Die Maschinen dieses Constructeurs, mit bereits S. 413 erwähnten Dampf-Tendern, unterscheiden sich von den vorerwähnten besonders dadurch, dass (nach Cudworth S. 395 Fig. 328) die Hinterachse unter der Feuerkiste placirt wurde, um die Feuerkiste verlängern zu können, ohne den Achsstand vergrössern zu müssen. Eine ähnliche Maschine hatte 1862 Sharp, Stewart & Comp. zur Londoner internationalen Industrieausstellung gesandt, ebenfalls mit Innencylindern und mit Aussen- und Innenrahmen, letztere jedoch nur um für die gekröpften Kurbelachsen ein zweites Lager zu bilden [4]).

Beyer, Peacock & Comp. führten dies System in jüngster Zeit für die ägyptischen Bahnen aus, wovon Beschreibung und Abbildung Clark veröffentlichte [5]).

Als Tendermaschinen (Tank Locomotiven) benutzt man dies System unter Anderm auf der Vale- und Neath-Eisenbahn (nach Brunnel's Construction und Dubs' Ausführung), welche 7 Fuss Spurweite hat. Abbildung und Beschreibung bei Clark u. s. w. [6]).

1) Colburn-Clark, Locomotive Engineering, Plate 15. (Ausgabe von 1871.)

2) Engineering vom 11. October 1872, p. 255 etc.

3) Ausgabe von 1871, p. 284 unter der Ueberschrift: Examples of Tank-Locomotives for ordinary Railway Traffic.

4) Sammann's Bericht u. s. w. Heft 17, S. 464 und schöne Abbildungen in Colburn's Locomotive Engineering, Part 1, Plate 5.

5) Recent Practice p. 79*, Plate 36. Diese Maschinen zeichnen sich wieder durch Eleganz und Vollendung in Form, Disposition, Details und in der Arbeit aus und sind deshalb für das Studium der Locomotivconstruction nicht genug zu empfehlen.

6) Ebendaselbst p. 77*, Plate 31.

In Deutschland dürfte die Disposition Fig. 5, Tafel A als Tender-Locomotive zuerst für die Eisenbahn von Hannover nach Göttingen (von Welkner construirt und von G. Egestorff ausgeführt) in Anwendung gekommen sein[1]).

Für Personen- und Schnellzüge, sowie für gemischte Züge, wenn die betreffenden Bahnen keine scharfen Curven, aber starke Steigungen besitzen, ist jetzt besonders in Deutschland die Tafel B in 12 Excemplaren dargestellte Achsendisposition, wo beide (gekuppelte) Achsen die Feuerkiste mehr oder weniger zwischen sich haben, die Laufachse aber hinter der Rauchkiste liegt, ein sehr beliebtes und vielfach angewandtes System (wie dies namentlich aus Betrachtung der Tabelle S. 464 erhellt). Dagegen lassen sich bei der Achsendisposition Fig. 6 Tafel A die Triebräder grösser nehmen, wodurch die Maschinen für Schnellfahrten geeigneter werden.

In England[2]) verwendet letztere Locomotivgattung beispielsweise die North-Western-Bahn (von Ramsbottom construirt), die Londoner Untergrund-Eisenbahn (Maschine von Hawthorn), die West-Midland-Bahn (Beyer), die Manchester-Sheffield-Bahn (Fairbairn), die London-Chatham-Dover-Bahn (Sharp), die Eastern-Counties-Bahn, mit Innenrahmen und Aussencylindern[3]), die Great-Northern of Scotland-Bahn[4]), die Great-Northern Bahn in England (von Clark) ebenfalls mit Innenrahmen und Aussencylindern. Endlich hatten dieselbe Gattung Maschinen mit Aussenrahmen und Innencylindern Kiston & Comp. in Leeds zur internationalen Pariser Ausstellung von 1867 gesandt[5]).

Als Tenderlocomotive, mit Aussenrahmen und Lagern (nach Hall, S. 407) und mit Aussencylindern hat seiner Zeit Welkner Maschinen mit der Achsstellung Fig. 1, Tafel B für die Bahn von Göttingen nach Ahrenshausen construirt und von Henschel in Kassel ausführen lassen[6]).

---

1) Welkner, Die Tender-Locomotive für die hannoversche Südbahn, Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. 3, Jahrg. 1857, S. 180, mit Abbildungen auf Blatt 79, ferner in Prechtl's Technologischer Encyklopädie, Supplemente, Bd. 2, Artikel „Dampfwagen", S. 496.

2) Morandière in den Mémoires de la Soc. des Ingénieurs-Civils, 1866, Pl. 62.

3) Schöne Abbildungen in Clark's Recent Practice, Pl. 41.

4) Ebendaselbst Pl. 45.

5) Colburn, Engineering, vom 17. Mai 1867, p. 495. Ueber die Maschinen derselben Gattung, von Armstrong in Elswick und aus der Stephenson-schen Fabrik in Newcastle, sehe man Sammann a. a. O., Heft 17, S. 462 und 463.

6) Welkner's zweite Gattung Tender-Locomotiven (von Henschel in Kassel ausgeführt) haben aussenliegende Cylinder (an Aussenframes nach Hall's System angebracht) von 15 Zoll Durchmesser und 24 Zoll Kolbenhub, Triebräder von $4\frac{1}{2}$ Fuss Durchmesser und Laufräder, deren Durchmesser $3\frac{1}{2}$ Fuss ist. Die kupfernen Feuerbüchsen haben 4 Fuss 4 Zoll Länge, jede der 166 eisernen Feuerröhren (von $1\frac{5}{8}$ Zoll innerem Durchmesser) ist $10\frac{1}{4}$ Fuss, der ganze Kesselbau 15 Fuss 11 Zoll lang. Der Radstand beträgt 13 Fuss, wovon $6\frac{1}{4}$ Fuss auf den Abstand von Mittel- und Hinterachse kommen. Zwischen den Achsen der Trieb- und Kuppelräder sind zur Ausgleichung der Bahnunebenheiten und um beide Achsen

In England wird das System Fig. 6, Tafel A auf der Great-Southern- und Western-Bahn [1]) mit Innenrahmen und Innencylindern und auf der Lancashire-Yorkshire-Bahn [2]), ganz besonders aber auf der schottischen Centralbahn [3]) (Allan-Maschinen) mit Innenrahmen und Aussencylindern verwandt.

In Frankreich benutzt man dies System u. A. auf der Paris-Lyoner Bahn [4]) für gemischte Züge, sowie dasselbe auch neuerdings (von Sharp, Stewart & Comp.) bei den ägyptischen Eisenbahnen Anwendung gefunden hat [5]).

Zur Wiener Ausstellung von 1873 hatten v. Kessler in Esslingen (Maschinenfabrik-Esslingen) und Schwartzkopf in Berlin Locomotiven der Achsendisposition Fig. 6, Tafel A eingesandt. Von der Maschine letzterer Firma (eine Tender-Maschine) folgen später vollständigere Skizzen, wozu im Voraus bemerkt werden mag, dass hier die Laufachse mit Adam'schen Radialachsenbüchsen (S. 237) ausgestattet ist [6]).

C. Acht- und mehrrädrige Locomotiven.

Locomotiven mit mehr als drei Achsen oder mit mehr als sechs Rädern werden offenbar überhaupt dann erforderlich, wenn man eine so bedeutende Adhäsionskraft bedarf, dass auf jede von nur drei Achsen ein zu grosser Druck fallen würde, um auf eine hinreichende Widerstandsfähigkeit rechnen zu können, oder wenn man, wie bei den Maschinen mit Laufrädern in einem vierrädrigen (amerikanischen) Truck, mit vier Triebrädern den gedachten Zweck bei Bahnen von sehr scharfen Krümmungen erreichen will.

Die Skizzen, Fig. 7 und 8, Tafel A, sind gleichsam als Repräsentanten der vierachsigen oder achträdrigen Locomotiven dieser Gattung (wohl auch Achtkuppler genannt) zu betrachten, insofern sie die brauchbarsten und bewährtesten Constructionen repräsentiren.

Der Verbreitung der Achtkuppler, Fig. 7, auf den österreichischen

---

gleichmässig zu belasten, Federbalanciers eingeschaltet. Die hinter und unter der Machine angebrachten Wassercisternen haben 145 Cubikfuss Inhalt, sowie ausserdem Raum für 50 Cubikfuss Brennmaterial vorhanden ist. Das Totalgewicht einer jeden solchen Maschine, im fertigen Zustande, wie sie aus der Fabrik kommt, ist zu 564 Ctnr. veranschlagt. Der Kaufpreis war seiner Zeit zu 13000 Thlr. festgesetzt.

1) Colburn, Part 10, Pl. 34.

2) Morandière a. a. O., Pl. 62, Fig. 21.

3) Ebendaselbst, Pl. 62, Fig. 22. Nach Maassstab gezeichnete Abbildungen nebst Beschreibung der Allan'schen Maschinen liefert Clark in seinem Recent Practice etc. Pl. 11, p. 80.

4) Lechatelier, Flachat etc., Guide du Mécanicien-Constructeur, Supplement, Paris 1865, p. 47, Pl. 85.

5) Clark, Recent Practice, p. 80 Pl. 43.

6) Die vollständigste und umfangreichste Zusammenstellung (Skizzen und Hauptdimensionen der Locomotiven verschiedener Systeme, von nicht weniger als 54 deutschen, niederländischen und österreichischen (Vereins-) Eisenbahnen enthält der Supplementband III (1870) von Heusinger's Organ, worauf hier verwiesen werden muss.

Bahnen, wurde bereits S. 408, Fig. 336 gedacht. Besonders gut bewähren sich dieselben als sogenannte „Gebirgsmaschinen“ bei den Fahrten über den Semmering und den Brenner.

In Bezug auf letztere Verwendung der Achtkuppler liegt dem Verfasser der jüngst gemachte Ausspruch eines dortigen höheren Technikers vor, welcher folgendermaassen lautet und der recht wesentlich zur Beurtheilung des betreffenden Systemes überhaupt dient:

„Wir können uns Glück wünschen, dass wir nicht den Rathschlägen einiger Ingenieure Gehör geschenkt und für die Strecken mit langen und grossen Steigungen wie der Brenner, anstatt unserer Achtkuppler mit Schlepptender, sogenannte Tender-Maschinen eingeführt haben.“

Auf der Wiener Weltausstellung von 1873 fanden sich wahre Muster solcher Achtkuppler von Sigl in Wien, für die österreichische Südbahn-Gesellschaft gefertigt. Bei diesen war die Hinterachse um 20 Millimeter, die Vorderachse um 5 Millimeter in ihren Lagern (seitlich) verschiebbar angeordnet. Gleichen Spielraum gewährten die betreffenden Lager der Kurbelzapfen [1]). Eine eben solche achträdrige schwere Güterzuglocomotive stellte daselbst die österreichische Staatseisenbahn-Gesellschaft (Director Haswell) aus [2]). Dasselbe Etablissement hatte auch einen Achtkuppler für 1 Meter Spurweite eingesandt, wobei man die Hinterachse um 35 Millimeter verschiebbar gemacht hatte [3]).

Einen gewaltigen Achtkuppler (von 53910 Kilogramm Gewicht) sandten Schneider & Co. in Creuzot (Frankreich) zur Wiener Ausstellung von 1873 [4]). Bei dieser Maschine hatte man die Endachsen mit ihren Achsbüchsen seitlich verschiebbar gemacht und wobei denselben dadurch eine genügende Stabilität in gerader Bahn gesichert war, dass die Federstützen auf schiefen Flächen gleiten. Wegen dieser Beweglichkeit der Achsen haben die Kurbelstangen entsprechende Charnüre.

Den Repräsentanten eines Systemes von Achtkupplern, für die russische Nicolai-Bahn, von der Maschinenbau-Actien-Gesellschaft in Linden vor Hannover, findet man in der Zusammenstellung auf Tafel C, Fig. 18. Die betreffenden Maasse und Gewichte sind in der Tabelle S. 464 zu finden.

Als Prototyp der nordamerikanischen Locomotiven für Personen- und gemischte Züge kann Fig. 370 (in $^1/_{64}$ der wahren Grösse gezeichnet) dienen, welche eine Maschine aus der Fabrik von Rogers in Patterson (New-Jersey) darstellt, wovon sich schöne Abbildungen bei Colburn vorfinden [5]). Die bei *a*

---

1) Deutscher amtlicher Bericht über die Wiener Weltausstellung im Jahre 1873, Bd. II, S. 275. Schaltenbrand „Die Locomotiven“ S. 216. Hier wird berichtet, dass diese Achtkuppler 210 Tonnen Brutto mit einer Geschwindigkeit von 15 Kilometer pro Stunde über Steigungen von $^1/_{40}$ ziehen. (Cylinderdurchmesser 0,50 Meter, Kolbenhub 0,61 Meter, Durchmesser der Triebräder 1,106 Meter, wirksame Dampfspannung 9 Atmosphären Ueberdruck).

2) Amtlicher deutscher Bericht etc., Bd. II, S. 279. Schaltenbrand a. a. O. S. 206.

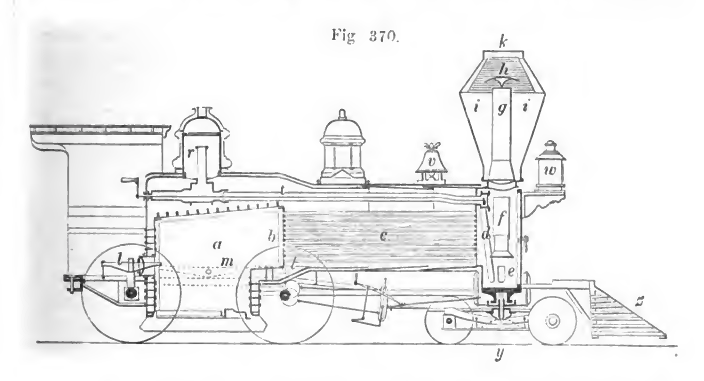
3) Schaltenbrand a. a. O. S. 228.

4) Ebendaselbst S. 26.

5) Part 6, Pl. 19.

5 Fuss lange Feuerkiste dehnt sich nach vorn hin um $1^3/_4$ Fuss weiter aus [1]), um bei *b* eine Art Verbrennungskammer zu bilden. Die Feuerröhren bestehen in den meisten Fällen aus Schmiedeeisen. Nirgends findet man in Amerika Kessel ohne Dom, dessen Platz allerdings der Scheitel *r* der Feuerkiste ist [2]).

Fig. 370.



so dass ein langes Dampfrohr *t* erforderlich wird. Die Blasrohranordnung *ef*, wie die des Funkenfängers *ihk* erhellen hinlänglich aus unserer Skizze. Von etwas eigenthümlicher Construction sind mehrere Theile des vierrädrigen, um die Verticalachse drehbaren Trucks *y*, in welcher Beziehung jedoch auf die unten verzeichneten Quellen verwiesen werden muss.

Auf jedem Kessel findet man ein mit Sand gefülltes Gefäss *u*, um, wenn erforderlich, das Gleiten der Triebräder durch Sanden der Schienen zu verhindern. Ausser einer grossen, zuweilen fünfzölligen Dampfpfeife ist noch eine Signalglocke *v* vorhanden, die bei der Ankunft auf einer Station geläutet wird, während letztere selbst sonst keinerlei Lärmapparate aufzuweisen hat. *w* bezeichnet eine besonders exponirte Laterne und *z* einen eigenthümlich construirten Bahnräumer, um grössere Gegenstände, namentlich Vieh von der Bahn zu

---

1) Bei Maschinen, wo ausschliesslich Anthracit als Brennmaterial verwandt wird, machte man noch vor einigen Jahren die Feuerkisten nur bis zu 8 Fuss lang. Man sehe deshalb Kirchweger's Reisenotizen über nordamerikanische Eisenbahnen in Heusinger's Organ 1867, S. 57. Gegenwärtig werden sie noch länger ausgeführt und zwar fast 10 Fuss lang. Beispielsweise für eine Güterlocomotive der Lehigh-Valley-Eisenbahn, welche die Baldwin'sche Fabrik zur Philadelphia-Ausstellung von 1876 eingesandt hatte und von welcher Maschine weiter unten speciellere Angaben folgen.

2) Man sehe wegen noch anderer Abbildungen neuerer amerikanischer Locomotiven in Clark's Recent Practice, Pl. 46 und 47 und das Journal „The Engineer" vom 16. August 1867, p. 137 (das Exemplar der Pariser Ausstellung von 1867).

entfernen, weshalb man demselben auch den Namen „cow catcher“ (Viehfänger) gegeben hat.

Meistentheils haben diese Maschinen Cylinder von 15 bis 17 Zoll englisch Durchmesser mit 22 Zoll Kolbenhub, Triebräder von 5 bis 6 Fuss Durchmesser (für Personenzüge) bei einem Totalgewichte von pptr. 25 Tons.

Im 2. Bande des Clark'schen Locomotiv-Werkes[1]) finden sich auch Abbildungen Baldwin'scher Güterlocomotiven mit 18-zölligen Cylindern, wobei unter Beibehaltung des vierrädrigen Trucks alle acht Räder gleichen Durchmesser (43 Zoll) haben und in eigenthümlicher Weise durch Kuppelstangen zum gemeinsamen Aufgreifen gezwungen sind[2]).

Ausführlich berichtet über die neuesten und allerneuesten amerikanischen Locomotiven (einschliesslich der 1876 in Philadelphia ausgestellt gewesenen) Schaltenbrand in seinem Werke „Die Locomotiven“ von S. 401 bis mit S. 455 und ferner S. 541 bis mit S. 557.

Bei den schwersten Güterzügen verwendet man in Nordamerika vorzugsweise zehnrädrige Maschinen, wovon sechs Räder gekuppelt sind, deren Disposition aus Fig. 11 Tafel A erhellt. Schöne Abbildungen derartiger Locomotiven (der Baltimore-Ohio-Bahn) finden sich in den bereits citirten Aufsätzen von Henz und Bendel[3]). Clark bespricht diese Maschinen als „Standard heavy goods engines“[4]) und als „Baldwin's ten-wheeled engines“[5]) und hebt bei letzteren hervor, dass die Räder 49 Zoll hoch sind, die Hinterachse unter der Feuerkiste angebracht ist, die Dampfkolben 19 Zoll Durchmesser und 22 Zoll Hub haben, das Totalgewicht der Maschine 61000 Pfd. beträgt und dass hiervon 42500 Pfd. zur Adhäsion verwandt, die übrigen 18500 Pfd. aber vom vierrädrigen Truck getragen werden.

Nach der unten notirten Quelle[6]) lieferten die Baldwin-Locomotiv-Works (jetzt Burnham, Parry, Williams & Comp.) in Philadelphia zur Weltausstellung von 1876 Locomotiven derselben Gattung, d. h. fünfachsige, zehnrädrige Maschinen, wovon acht Räder gekuppelt sind (also Achtkuppler wie man zu sagen pflegt), mit Bissel's Achsgestell (Truck), Anthracit-Brenner und Röhrenrost etc., deren Maasse und Hauptverhältnisse folgende waren und deren Hauptformen die Fig. 371 erkennen lässt.

---

1) Recent Practice, Pl. 48 nebst Beschreibung im Text p. 82*.

2) Man sehe wegen specieller Zeichnungen der betreffenden Detailanordnungen auch Henz und Bendel's bereits citirte Aufsätze, sowie Colburn's Locomotive-Engineering, Part 5, p. 85, wo diese „Baldwin Trucks for coupled goods engines“ ausführlich besprochen und durch Abbildungen erläutert werden.

3) Blatt 21 bis 24 mit vielen Details. Mit ebenfalls guten Abbildungen begleitet, werden die amerikanischen Eisenbahn-Locomotiven beschrieben und erörtert in Schaltenbrand's Werke: „Die Locomotiven“, S. 401 bis mit S. 455, sowie im Nachtrage daselbst von S. 541 bis mit S. 556.

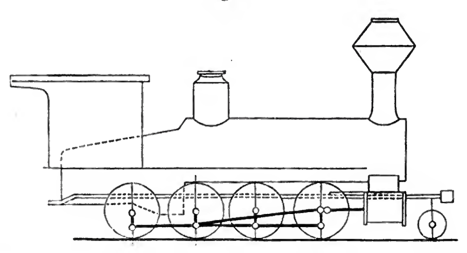
4) Recent Practice p. 52, Diagramm, Pl. 11, Fig. 2.

5) Ebendaselbst p. 53, Fig. 18.

6) Engineering vom 7. Juli 1876 p. 15, unter der Ueberschrift: „Locomotives at the Philadelphia Exhibition“. Hieraus in Heusinger's Organ, Jahrgang 1877, S. 36, mit Abbildungen auf Tafel C.

	I. Für die Lehigh-Valley-Eisenbahn [1]).	II. Für die Pennsylvanische Eisenbahn [2]).
a. Maschinentheile:		
Cylinderdurchmesser	20 Zoll engl.	20 Zoll engl.
Kolbenhub	24 „ „	24 „ „
Durchm. der Triebräder . .	$50^3/_8$ „ „	50 „ „
Aeusserster Achsstand . . .	22 Fuss 10 Zoll	21 Fuss 6 Zoll
b. Kessel	(Feuerkiste 9 Fuss 10 Zoll) lang	(Feuerkiste 8 Fuss lang)
Heizflächen:		
Feuerkiste von	149 Quadratfuss	92 Quadratfuss
Feuerröhren von	1132 „	1166 [3]) „
Total	1281 „	1258 „
Rostfläche	27,6 „	23 „
c. Gewichte:		
Maschine im dienstfähigen Zustande	100000 Pfund engl.	91640 Pfund engl.
Adhäsionsgewicht auf den Triebrädern	88000 „ „	79400 „ „
Hierzu:		
Dampfdruck in Pfunden pro Quadratzoll		130 „ „
Brennmaterial:	Anthracit	Bituminöse Kohle.

Fig. 371.



Ausserhalb Amerika finden acht- und mehrrädrige Locomotiven mit Truckgestell ebenfalls als praktisch brauchbare Maschinen Anwendung.

Unter Andern lieferte solche Maschinen für die North-London-Eisenbahn schon die Stephenson'sche Fabrik in Newcastle als Tender-Locomotiven (Tank

1) Mit schönen Abbildungen begleitet und beschrieben im Engineering vom 15. September 1876, p. 228.

2) Engineering vom 10. November 1876, p. 400.

3) Den Nutzen grosser Heizflächen bei Locomotivkesseln (indem man dadurch die grosse Dampfproduction pro Flächeneinheit vermeidet) zeigte neuerdings namentlich Professor Grove im 3. Bande des Heusinger'schen Handbuches etc., S. 173.

Tafel B.

1
706 1066 1830 2563 314 3385

7
700 1075 1935 2694 131 1020 3570

2
705 705 2032 2540 518 790 3628

8
680 987 2040 2354 340 902 3714

3
650 1005 1727 2540 320 1020 3480

9
973 937 1883 2589 176 1282 3416

4
572 927 1829 2438 686 848 3543

10
627½ 137½ 1880 2200 678 822 3452

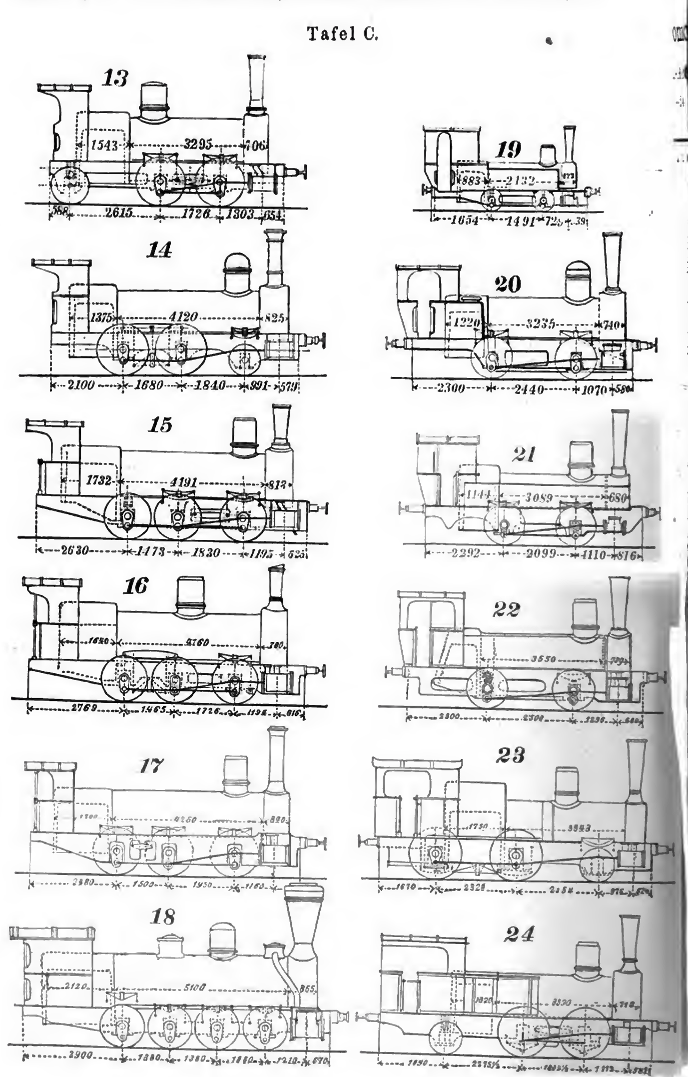
5
797½ 1026½ 1897 2528 895 740 4110

11
635 975 2100 2700 1145 3560

6
706 981 1831 2439 680 929 3560

12
640 1010 1727 2540 555 857 3543

Tafel C.


13
1543
3295
706
2615
1726
1303
654
14
1375
4120
825
2100
1680
1840
891
15
1732
4191
813
2630
1473
1830
1195
625
16
2769
1465
1726
19
883
2132
1654
1491
20
1220
3235
740
2300
2440
1070
21
1144
3089
680
2292
2099
1110
816
22
23
24
18
5100
2900

omotiven für gem

u-Actien-Gesellschaft, vor

1—24 auf den Tafeln B. und C.

ahmen.			Steue	
ausserhalb der Räder.	Höhe der Plattform über den Schienen.	Länge der Rahmen (ohne Bufferbohle).	Lage derselben.	
n	1373	7277	Innen	St
u en.	1321	7290	"	
n	1230	7267	"	
	1270	7300	"	
en	1062	7884	"	St
n	1226	7566	"	
	1423	7424	"	

Uebersichts-Tabellen von Schnellzug-, Personen-, Last- und Güterzug-Locomotiven mit Schlepp-Tender, so wie einer dritten eben solchen Tabelle von Tender-Maschinen. Betreffende Dispositionsskizzen enthalten die Tafeln B. und C.

Da diese Maschinen für sehr verschiedene europäische Eisenbahnen in der genannten Locomotiv-Bau-Anstalt in jüngster Zeit ausgeführt wurden, so dürften solche (für gegenwärtigen Zweck) zu dem nothwendigen Vergleiche betreffender Dispositionen, Maasse und Gewichte hinreichen.

Locomotiven anderer berühmter Maschinenbau - Anstalten werden in §. 30 unter Beifügung schöner Abbildungen erörtert.

Der Verfasser entnimmt den zu S. 464 gehörigen Tabellen nachbemerkte Maasse und Verhältnisszahlen, deren Zweck ist, die Studirenden auf wichtige Elemente der Locomotiven aufmerksam zu machen und zur Vervollständigung derselben zu veranlassen [1]). Fünf Maschinen schienen als Beispiele ausreichend.

Es bezeichnet F die Totale- oder Gesammtheizfläche der Locomotive, F_1 die directe Heizfläche (Heizfläche der Feuerbüchse) und F_2 die indirecte Heizfläche (innere Heizfläche der Röhren), so dass $F = F_1 + F_2$ ist.

Ferner bezeichnet R die Rostfläche. Ausserdem markirt d den Durchmesser der Dampfcylinder, l den Kolbenhub und D den Durchmesser der Triebräder. Zum raschen Vergleiche mit englischen und amerikanischen Locomotiven wurden letztere drei Dimensionen in englischen Zollen ausgedrückt, alle übrigen Maasse aber in Metern gegeben.

Durch $z_0 = \frac{d^2 l}{D}$ wird endlich die Zugkraft der Maschine ausgedrückt, welche auf jedes Pfund des effectiven Dampfdruckes pr. Quadratzoll der Kolbenfläche kommt [2]).

1) Der Verfasser hält es für eine Pflicht, auf das vergleichende Studium der Tabellenangaben besonders aufmerksam zu machen. Hier fehlt der Raum zu derartigen ausführlichen Erörterungen.

2) Bezeichnet man den wirksamen (effectiven) Dampfdruck in den Cylindern mit p_1, setzt also $p - r = p_1$ (Bd. I. S. 569, Note 2), so hat man als effective Arbeit, des Dampfes in den Cylindern, wenn v die Geschwindigkeit der Kolben bezeichnet: $\mathfrak{A} = 2 \cdot p_1 \frac{d^2 \pi}{4} \cdot v$, wo $v = \frac{2 l U}{60}$ die Geschwindigkeit pro Secunde ist, sobald die Triebräder U Umläufe pro Minute machen. Für die secundliche Fortlaufgeschwindigkeit $= V$ der Locomotive erhält man ferner, wenn die Triebräder nicht glitschen $V = \frac{D \pi U}{60}$, d. i. also $v = \frac{2 l}{D \pi} \cdot V$. Demnach $\mathfrak{A} = p_1 \frac{d^2 l}{D} \cdot V$. Da nun, wenn Z die Zugkraft der Locomotive bezeichnet, auch $\mathfrak{A} = Z V$ ist, so folgt schliesslich: $Z = p_1 d^2 \frac{l}{D}$ und für $p_1 = 1$, wie oben: $z_0 = \frac{d^2 l}{D}$.

	F Quadrat-meter.	$\frac{F_1}{F_2}$	$\frac{R}{F}$	$z_0 = \frac{d^2 l}{D}$. Pfd. (engl.)
Schnellzug-Locomotive der Bergisch-Märkischen Eisenbahn (Nr. 1 der Tabelle I.)	87,8	$\frac{7,8}{80,0} = \frac{1}{10,25}$	$\frac{1,68}{87,8} = \frac{1}{52,7}$ [1]	$z_0 = \frac{15^2 . 22}{72} = 88,3$ Pfd.
Schnellzug-Locomotive der Kaiser-FerdinandNordbahn (Nr. 5, Tabelle I.)	111,0	$\frac{7}{104} = \frac{1}{14,85}$	$\frac{1,82}{111} = \frac{1}{60}$	$z_0 = \frac{15^2 . 25}{77,8} = 72,3$ „
Lastzug-Locomotive der russischen Nicolai-Bahn (Nr. 18, Tabelle II.)	184,96	$\frac{11,16}{173,8} = \frac{1}{15,57}$	$\frac{2,1}{184,96} = \frac{1}{88}$	$z_0 = \frac{20^2 . 25\frac{1}{2}}{51\frac{1}{2}} = 198$[2] „
Lastzug-Locomotive der hannov. Staatsbahn (Nr. 15, Tabelle II.)	117,61	$\frac{7,99}{109,62} = \frac{1}{13,72}$	$\frac{1,63}{117,61} = \frac{1}{72,1}$	$z_0 = \frac{17^2 . 24}{54} = 128$ „
Personenzug-Tender-Locomotive der Köln-Mindener Eisenbahn (Nr. 24, Tabelle III.)	82,5	$\frac{8,0}{74,5} = \frac{1}{9,3}$	$\frac{1,5}{82,5} = \frac{1}{55}$	$z_0 = \frac{15^2 . 20}{61} = 73,7$ „

1) Man sehe in Bezug auf $\frac{R}{F}$ auch die Note 1, S. 391.

2) Zum Vergleiche werde aufmerksam gemacht, dass sich für die vorher (S. 461) erörterte amerikanische (Baldwin'sche) Güterzug-Locomotive der Lehigh - Valley Eisenbahn z_0 berechnet, $z_0 = \frac{20^2 . 24}{50\frac{3}{8}} = 109,6$ Pfd. (Engineering vom 15. Septembr. 1876, S. 228.)

Schaltenbrand hat vorstehenden Ausdruck für die Zugkraft einer Locomotive, d. i. den Werth $p_1 d^2 \frac{l}{D}$, zur Unterscheidung der Locomotivgattungen genommen. Indem er dabei $p_1 d^2 = \varphi$ und $\frac{l}{D} = \lambda$ setzt, theilt er, unter der Voraussetzung, dass es Locomotiven ersten Ranges sind, wie folgt ein:

I. Schnellzug-Locomotiven: $\lambda < 0,33$ und $\varphi\lambda = 35$ bis incl. 60.
II. Personen-Locomotiven: $\lambda < 0,40$ und $\varphi\lambda = 50$ bis incl. 60.
III. Locomotiven für gemischten Dienst: $\lambda < 40$ und $\varphi\lambda = 60$ bis incl. 100.
IV. Güter-Locomotiven: $\lambda > 0,4$ bis incl. 0,60 und $\varphi\lambda > 65$ bis 100.
V. Last-Locomotiven: $\lambda > 0,50$ und $\varphi\lambda > 100$.
VI. Schnell-Tender-Locomotiven: $\lambda < 0,40$ und $\varphi\lambda < 50$ incl. 60.
VII. Zug-Tender-Locomotiven: $\lambda > 0,40$ bis incl. 0,45 und $\varphi\lambda = 60$ bis incl. 80.
VIII. Rangir- und Tender-Locomotiven: $\lambda > 0,45$ und $\varphi\lambda$ über 80.

(Ausführliches in der Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1874, S. 587 und in Schaltenbrand's Werke „Die Locomotiven" S. 10 etc.

§. 28.

Federn und Compensationshebel der Locomotiven [1]).

Die Nothwendigkeit, alles passive Eisenbahnfuhrwerk mit Federn zu versehen (S. 206 bis 219), tritt bei den Locomotiven in viel erhöhterem Maasse auf, indem hier das Uebertragen von Schwankungen, Erschütterungen und Stössen auf mehr oder weniger kostbare Maschinenorgane so viel als nur irgend möglich unschädlich gemacht werden muss.

Ueberdies benutzt man bei den meisten Locomotiven die Anordnung der Federn noch dazu, innerhalb gewisser Grenzen (jedoch in viel weiteren als bei den neueren Federn der Eisenbahn-Personenwagen S. 219) Veränderungen und Regulirungen des auf die einzelnen Achsen fallenden Gewichtes vornehmen oder das vorhandene Gewicht zweckentsprechend auf die verschiedenen Achsen vertheilen zu können. Aus letzterem Grunde werden die Locomotivfederwerke derartig construirt, dass man eine entsprechend grössere oder geringere Anspannung der einzelnen Federn leicht vornehmen kann.

Eine der gebräuchlichsten Anordnungen solcher Spannfedern, wenn über dem Maschinenrahmen hinlänglicher Platz vorhanden ist, lassen die Figuren 372 bis 374 erkennen.

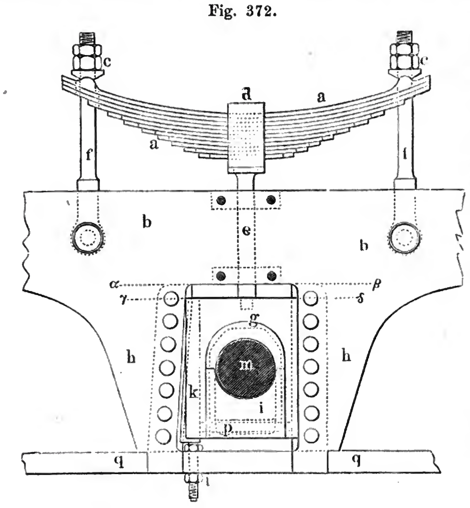
In Bezug auf Constructionsverschiedenheit gegen die Tragfedern der Personen- und Güterfuhrwerke (S. 206, 212, 219 u. s. w.) erhellt sofort, dass hier erstens die Spannfeder *aa* mit dem Federbügel (Federkapsel) *d* nicht unmittelbar auf dem Deckel der Achsbüchse *g* aufliegt, wie dies bei den passiven Fuhrwerken (S. 274, 275) der Fall ist, sondern dass man eine cylindrische in Führungen verschiebbare Stütze, die Federstütze *e*, eingeschaltet hat, sowie zweitens, dass die Enden der Feder durch vertical stehende (oder nur wenig geneigte Spannschrauben *cf* (oft auch gabelförmige Gehänge) in geeignete Verbindung mit dem Gestellrahmen der Maschine gebracht sind, die durch Anziehen oder Lösen der Muttern *c* es ermöglichen, dass der Rahmenbau seine Lage gegen die Achsen verändern kann.

Die erforderliche Anordnung der Achsbüchse *g*, wie des Untertheils *i* derselben, welches letztere durch einen cylindrischen Stift *p* an seiner Stelle gehalten wird, ferner die Construction der Achsbüchse *gi*, derartig, dass sie

1) Couche, Voie Matériel Roulant etc. Tom. II. p. 423, 429 etc. (Balanciers longitudinaux et Balanciers transversaux). — Klövekorn, Construction der Tragfedern und Federbalanciers bei Locomotiven. Heusinger's Handbuch etc. Bd. III. S. 716. — Petzholdt, „Die Locomotive der Gegenwart," S. 119 unter der Ueberschrift: „Balancirung". — Schaltenbrand, „Die Locomotiven", S. 53, 100, 117, 458 etc.

zwischen der Oeffnung der gabelförmigen Achshalter *h* verschoben werden kann, die Anordnung eines Keiles *k* mit Schrauben *l* zum Stellen und Nachziehen der Achsbüchse, die Achshalterverbindungsstangen *q* u. dergl. m.: Alles dieses erhellt vollständig aus unseren Abbildungen, in welchen sich überall gleiche Theile mit denselben Buchstaben bezeichnet vorfinden [1]).

Fig. 372.



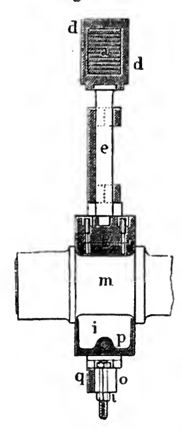
Der ganze an dem Maschinenrahmen *b* befestigte Oberbau (Kessel, Maschinen u. s. w.) der Locomotive hängt sonach mittelst der Spannschrauben *cf* an den Federn und ruht endlich mittelst der Stützen *e* (unter Zwischenschaltung der Achsbüchse *g*) auf den Achsen *m* der Räder, eine Disposition, deren Vortheile noch mehr aus folgenden Betrachtungen hervorgehen.

Wäre die Federstütze *e* nicht vorhanden, so würde der Rahmen *bb* so weit niederwärts gehen, bis die obere durch die punktirte Linie $\alpha\beta$ in Fig. 372 angedeutete Kante der Achshalteröffnung auf der Achsbüchse *g* ruht. Dasselbe würde auch der Fall sein, wenn man die Schrauben *cc* gar nicht angezogen hätte, da ihre Bolzen *ff* durch die Enden der Federn frei hindurchtreten können, wie Fig. 372 durch punktirte Linien angedeutet ist. Sobald man jedoch die Federstütze *e* einschaltet und die Schrauben *cc* gehörig anzieht, stemmt sich der untere Theil von *e* gegen die obere Fläche der Achsbüchse (man sehe hierzu besonders die Durchschnittsfigur 373) und stützt sich weiter auf den Achsen und Rädern *rn*, so dass ein Ausweichen nach unten hin unmöglich wird und folglich ein Aufsteigen des ganzen Rahmens und des auf ihm befestigten Baues so lange erfolgt, bis zwischen der Achsbüchsenoberfläche und der Rahmenkante $\alpha\beta$

1) Wegen noch anderer Federanordnungen bei Locomotiven sehe man insbesondere folgende Werke: Lechatelier, Flachat etc., Guide de Mécanicien-Constructeur, seconde édition 1858. — Redtenbacher, Der Maschinenbau, Bd. 3, S. 123. — Perdonnet, Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 3, p. 268. Dann ist auch an die bereits S. 467 genannten Schriften von Couche, Heusinger, Petzholdt und Schaltenbrand (S. 495) zu erinnern.

ein freier Raum entsteht, der in Fig. 372 durch den Abstand der Linien $\alpha\beta$ und $\gamma\delta$ angedeutet ist.

Fig. 373.

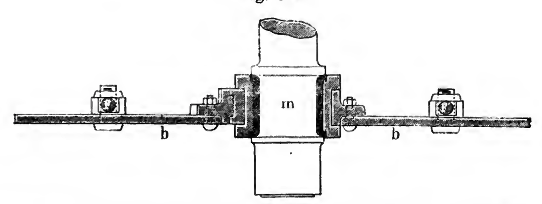


Das Anspannen der Feder *aa* veranlasst aber, dass ihre Elasticitätsintensität stärker auf die Achsbüchse wirkt, oder dass ein grösserer Theil der Last des an die Federn gehangenen Baues auf die Achsen drückt, als dies vor Anspannung der Feder *aa* der Fall war.

Bei einer dreiachsigen Maschine kann man demnach auch durch Anspannen der Mittelfeder fast die ganze Last auf die Mittelachse bringen, und zwar in dem Maasse, als durch diese Operation die andern Federn entlastet werden, indem das Totalgewicht des ganzen auf den Federn ruhenden Baues offenbar überhaupt nicht verändert wird.

Ebenso vermag man durch Nachlassen der Mittelfeder fast die ganze Last auf die Vorder- und Hinterräder zu bringen [1]), welcher Act besonders erforderlich wird, wenn die ursprüngliche Elasticität der Vorder- und Hinterfedern abgenommen hat, oder überhaupt an sich ein verhältnissmässig geringes Gewicht auf diese beiden Achsen fällt. Beim Vor- oder Rückwärtsfahren der Locomotive könnte sonst eine geringe (zufällige) Erhöhung oder sonstige Bahnunebenheit ein Aufsteigen,

Fig. 374.



beziehungsweise des Vorder- oder Hinterrades und dadurch ein Entgleisen der Maschine herbeiführen.

1) Der englische Ingenieur Robinson (Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 5. Mai 1864, p. 108) erhielt bei einer sechsrädrigen Locomotive von 31,10 Tonnen Totalgewicht durch directes Abwägen folgende Gewichtsvertheilung:

	Vorderachse. Tonnen.	Mittelachse. Tonnen.	Hinterachse. Tonnen.	Totalgewicht. Tonnen.
a. Bei der Federspannung, welche dem Normalzustande entsprach	10,55	12,50	7,05	30,10
b. Durch Anspannen der Mittelfeder	9,65	14,20	6,25	30,10
c. Zufolge Nachlassen der Mittelfeder............	11,85	10,20	8,05	30,10

Bei vierrädrigen oder zweiachsigen Locomotiven, wenn zwei Federn an jeder Seite vorhanden sind, kann man höchstens durch Anziehen oder Nachlassen der übereck (in diagonaler Richtung) vorhandenen Federn Veränderungen bewirken, was jedoch nur selten oder gar nicht erforderlich wird[1]).

Bemerkt zu werden verdient hierbei, dass die angegebenen Gewichte selbstverständlich die Pressungen angeben, womit die Räder gegen die Eisenbahnschienen drücken, so dass die betreffenden Zahlenangaben überall aus einem constanten Gewichte bestehen, welches die Achsbüchsen, Achsen und Räder umfasst, und aus einem veränderlichen Gewichte, welches dem auf den Federn ruhenden Baue entspricht. Die constanten Gewichte ermittelte Robinson zu $p_1 = 1{,}76$ Tons für die Vorderachse, zu $p_2 = 3{,}66$ Tons für die Mittelachse (Triebachse) und zu $p_3 = 1{,}68$ Tons für die Hinterachse. Bezeichnet man daher die veränderlichen Gewichte beziehungsweise mit P_1, P_2 und P_3, so erhält man:

Für die Vorderräder: $P_1 + p_1 = 8{,}79 + 1{,}76 = 10{,}55$ wie (unter a.) oben
„ „ Mittelräder: $P_2 + p_2 = 8{,}84 + 3{,}66 = 12{,}50$ „ „
„ „ Hinterräder: $P_3 + p_3 = 5{,}37 + 1{,}68 = 7{,}05$ „ „

Das Totalgewicht $= W$ der ganzen Locomotive besteht sonach aus: $P_1 + P_2 + P_3 = P$ und aus $p_1 + p_2 + p_3 = p$, d. i. aus $P + p = 23 + 7{,}10 = 30{,}10$ Tonnen.

Ueber eine zweckmässige Waage (vom Maschinenmeister Erhardt in Dresden) zur directen Ermittelung der Belastung der Locomotivräder, handelt ein Aufsatz des Herrn v. Weber in Heusinger's Organ, Jahrgang 1866, S. 14.

1) Innerhalb welcher Grenzen durch die Federspannung bei einer sechsrädrigen Locomotive die Gewichtsvertheilung des auf den Federn ruhenden Oberbaues verändert werden kann, hängt mit der Bestimmung des Schwerpunktes des Oberbaues zusammen. Bezeichnet man nämlich (Fig. 1 Tafel D.) den Abstand der Vorderachse A von der Mittelachse B mit a, den Abstand der letzteren von der Hinterachse C mit b und die Entfernung der Senkrechten durch den Schwerpunkt von der Mittelachse mit x, so ergiebt sich, nach bekannten Sätzen der Geostatik, wenn man für die Achsenbelastungen durch den Oberbau die Bezeichnungen P_1, P_2 und P_3 der vorigen Note beibehält, die Gleichung:

$$P_1\,(a - x) = P_2 x + P_3\,(b + x),$$

woraus folgt:

$$\text{I.}\quad x = \frac{P_1 a - P_3 b}{P},\ \text{wenn } P_1 + P_2 + P_3 = P \text{ gesetzt wird.}$$

Hiernach lässt sich also die Belastung nur insoweit ändern, als dies die constante Differenz $P_1 a - P_3 b$ zulässt.

Für eine zweiachsige Maschine mit dem Achsenstande $= c$, wenn man den Schwerpunktsabstand von der Vorderachse $= y$ setzt, erhält man dagegen die Gleichung:

$$P_1 y = P_2\,(c - y),\ \text{also:}\quad \text{II.}\ y = \frac{P_2 c}{P_1 + P_2},$$

woraus erhellt, dass sich die Belastungen nicht verändern lassen.

Bei der oben citirten sechsrädrigen Locomotive, womit Robinson seine Versuche anstellte, war $a = 74$ Zoll $= 6$ Fuss 2 Zoll, $b = 102$ Zoll $= 8$

Um bei Locomotiven mit gekuppelten Rädern Unebenheiten der Bahn auszugleichen und die Belastung der zum Angriffe (zur Adhäsion) bestimmten Räder möglichst gleich zu machen, sowie die Vortheile einer langen Federbasis herbeizuführen, schaltet man sehr oft zwischen den Federn sogenannte Compensationshebel oder Federbalanciers ein, wovon sich auf umstehenden Tafeln D. und E. die zur Zeit gebräuchlichsten Anordnungen gezeichnet vorfinden.

Fig. 2 ist eine gute in Amerika gebräuchliche Anordnung von Federbalanciers, welche sich dort bei zehnrädrigen Locomotiven bewährt, wovon sechs Räder gekuppelt und die vier übrigen im sogenannten Truck zusammengestellt sind [1].

Fuss 6 Zoll oder der Achsstand $a + b = 14$ Fuss 8 Zoll. Daher ergiebt sich für diesen Fall aus I. für den Schwerpunktsabstand von der Mittelachse nach vorn gerechnet:

$$x = \frac{8{,}79 \cdot 74 - 5{,}37 \cdot 102}{23} = 4{,}42 \text{ Zoll.}$$

In gewöhnlichen Fällen versteht man unter dem Schwerpunkte einer Locomotive den, welcher dem Totalgewichte, d. h. dem Gewichte von Ober- und Unterbau zusammen entspricht, zu dessen Berechnung offenbar nach den vorhergegangenen Bezeichnungen aus I. die Gleichung folgt, wenn man überdies z statt x setzt:

$$\text{III. } z = \frac{(P_1 + p_1)\, a - (P_3 + p_3)\, b}{P + p}.$$

Für unseren speciellen Fall ist daher:

$$z = \frac{10{,}55 \cdot 74 - 7{,}05 \cdot 102}{23 + 7{,}1} = 2{,}71 \text{ Zoll.}$$

Diese Entfernung ist verhältnissmässig klein. Für die meisten Fälle ist es besser $z = 6$ Zoll und mehr zu nehmen. Man sehe hierüber namentlich Clark in seinem Werke Railway-Machinery, p. 190 bis mit 192.

1) Ausführliche Beschreibung und Abbildung dieser Anordnung findet sich in den bereits mehrfach citirten Aufsätzen von Henz und Bendel. Hier werde nur noch Einiges über die Berechnung der Lastvertheilung und der Schwerpunktslage dieser Gattung zehnrädiger Locomotiven mitgetheilt.

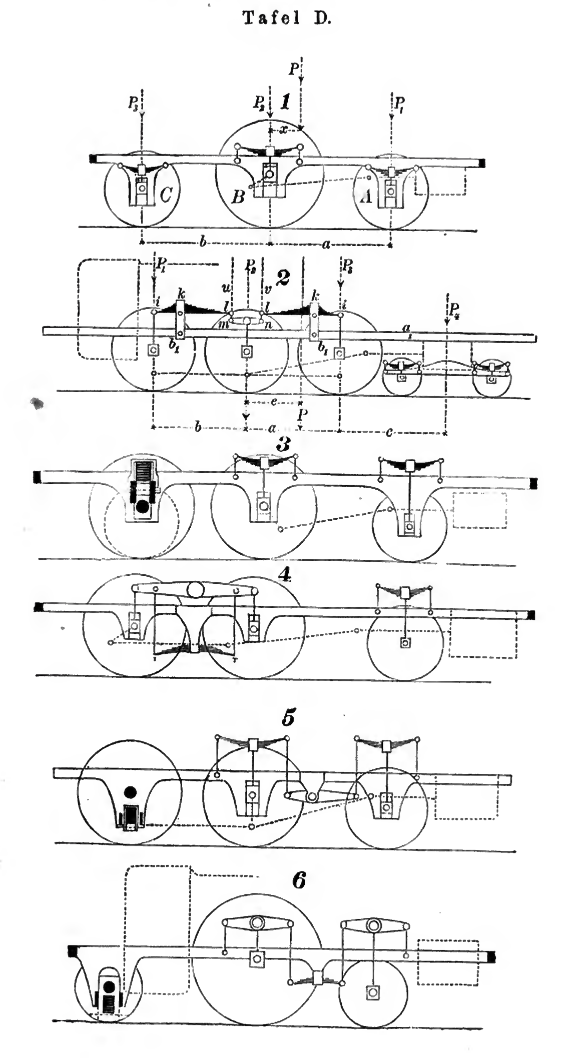
Bezeichnet man die Drücke, welche der auf den Federn ruhende Bau veranlasst (nach Fig. 2, Tafel D), mit P_1, P_2 und P_3 für die drei gekuppelten Achsen und mit P_4 für den Reibnagel des Trucks, bezeichnet ferner die Achsenabstände beziehungsweise mit a, b und c, und nimmt man an, dass der Schwerpunkt des Oberbaues in der Entfernung $= e$ von der Triebachse nach dem Truck zu liegt, so erhält man nach bekannten Sätzen der Geostatik die Gleichungen:

$$P_3\,(b + e) + P_2\, e = P_1\,(a - e) + P_4\,(c + a - e);$$

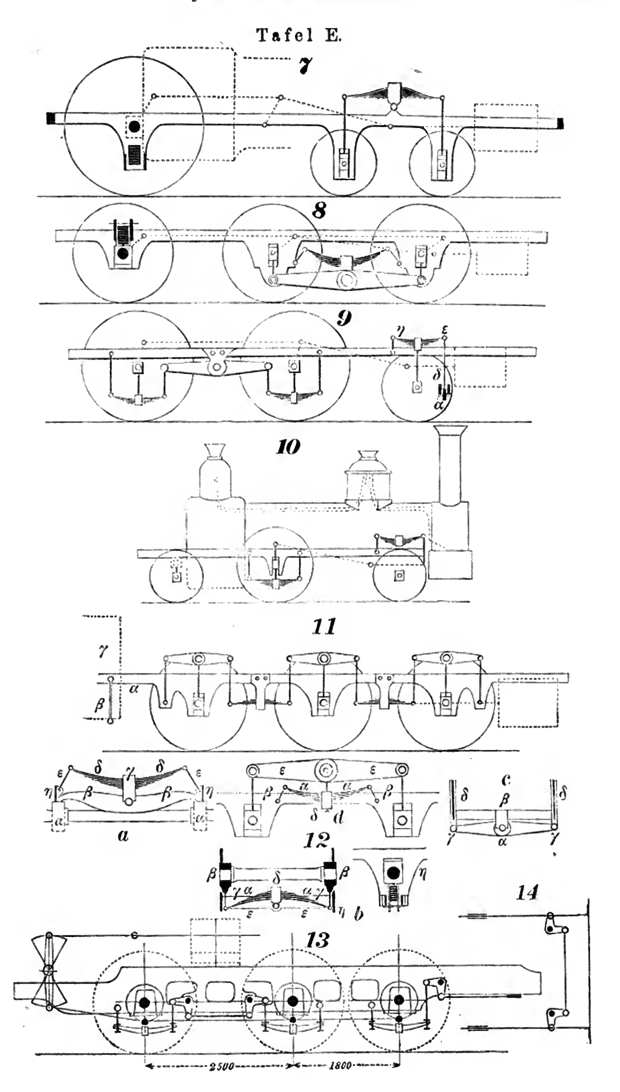
$P_1 + P_3 = 2\, P_2$ (weil $\overline{ik} = 2\, \overline{kl}$ und $u + v = P_2$ ist, wenn die Drücke bei m und n mit u und v bezeichnet werden);

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4.$$

Tafel D.



Tafel E.



Die Federbügel $b_1 b_1$ sind hier am Gestellrahmen $a_1 a_1$ unverrückbar befestigt und das Verhältniss ihrer Hebelarme ik zu kl wie 1 zu 2 gewählt,

---

Also allgemein drei Gleichungen und vier Unbekannte, so dass die Lösung der Aufgabe der Druckberechnungen eine Unbestimmte bleibt, so lange man nicht einen der Drücke als bekannt voraussetzt.

Für den speciellen Fall (eine Maschine der Baltimore-Ohio-Bahn), dass das Gesammtgewicht des Oberbaues $P = 60\,000$ Pfd. (fast 27 Tons) ist und hiervon $P_4 = 15\,000$ Pfd. auf das Truckgestell fallen, ferner $a = b = 4^1/_3$ Fuss und $c = 6^1/_3$ Fuss ist, erhält man aus der ersten der vorstehenden Gleichungen für die Schwerpunktsentfernung $= e$:

$$e = \frac{a\,(P_1 + P_4 - P_3) + P_4\,c}{P}.$$

Weil ferner $P_1 + P_2 + P_3 = 45\,000$ Pfd. gegeben, also $P_1 + P_3 = 45\,000 - P_2$ ist, so folgt noch aus der zweiten obiger Gleichungen $45\,000 - P_2 = 2\,P_2$, also $P_2 = 1500$ Pfd. und $P_1 + P_3 = 30\,000$ Pfd.

Mit der besonderen Forderung, dass $P_1 = P_2 = P_3$ sein soll, ergiebt sich dann:

$$e = \frac{(a + c)\,P_4}{P},$$

also für die obigen Zahlenwerthe $e = 10{,}66\,\frac{15\,000}{60\,000} = 2^2/_3$ Fuss.

In beiden hier erörterten Fällen lässt sich, nach der Gestalt, unter welcher die für e entwickelten Werthe erscheinen, eine Aenderung der Belastungsgrössen P_1, P_2 und P_3 durch Anziehen der Schrauben bei i und l nicht vornehmen, was auch aus der getroffenen constructiven Anordnung ohne Weiteres hervorgeht.

Behält man die Disposition, welche für die Triebachsen gewählt ist, bei, denkt sich jedoch die ganze Locomotive entsprechend verkürzt und den Truck gänzlich entfernt, so dass $P_4 =$ Null wird, so erhält man:

$$P_1 = \frac{P}{3}\left(\frac{2\,b + 3\,e}{a + b}\right);\ P_2 = {}^1/_3\,P;\ P_3 = \frac{P}{3}\left(\frac{2\,a - 3\,e}{a + b}\right)$$

und

$$e = \frac{P_1\,a - P_3\,b}{P}\ \text{(wie I. S. 470).}$$

Für den speciellen Fall, dass $a = b$ genommen wird, ergiebt sich:

$$P_1 = \frac{P}{3}\left(1 + \frac{3\,e}{2\,a}\right);\ P_2 = \frac{1}{3}\,P;\ P_3 = \frac{P}{3}\left(1 - \frac{3\,e}{2\,a}\right)$$

und

$$e = \frac{a\,(P_1 - P_3)}{P}.$$

Soll endlich noch $P_1 = P_2 = P_3$ sein, so ist dies nur zu erreichen für

$$e = \text{Null},$$

d. h. der Schwerpunkt des auf den Federn der Locomotive ruhenden Baues muss in der Verticalen durch die Mittelachse liegen. Die rationelle Mechanik nennt diesen Zustand das indifferente Gleichgewicht.

Aus Allem erhellt zugleich, dass es nicht vortheilhaft ist, sämmtliche Federn einer Locomotive durch Balanciers unter einander zu einem zusammenhängenden Systeme zu vereinigen.

während der Balancier *mn* gleicharmig ist und mit seiner Mittelstütze auf die Achsbüchse der Mittelräder drückt.

Fig. 3, Tafel D bezieht sich auf eine sechsrädrige Locomotive, die man mit vier unabhängigen Langfedern und einer Querfeder ausgestattet hat, welche letztere mit ihrer Längenrichtung parallel über der Hinterachse liegt.

Der Zweck dieser Anordnung ist ein doppelter. Erstens will man unter allen Umständen auf beide Hinterräder stets gleiche Drücke bringen; zweitens aber auch eine hinlänglich lange Feder möglich machen, was mit zwei getrennten unabhängigen Federn nicht zu erreichen ist, indem hierzu der erforderliche Platz zwischen Kessel und Feuerkiste fehlt[1]). Die betreffende Detailanordnung erhellt aus Fig. 12 (a), Tafel E. Auf den Achsbüchsen $\alpha\alpha$ ruhen die Enden eines aus zwei parallelen Doppelblechen gebildeten Balanciers β, in dessen Mitte ein Rahmen (Federbügelrahmen) γ befestigt ist, während die Enden der Feder δ mittelst Hängeeisen $\varepsilon\varepsilon$ am Gestellrahmen $\eta\eta$ der Maschine befestigt sind.

Zuweilen trifft man auch dieselbe Anordnung für die Vorderachse, wenn dies die allgemeine Disposition der Maschine wünschenswerth macht[2]).

Aufmerksam machen möchten wir noch auf den Umstand, dass bei der Disposition von Fig. 3, Tafel D. das ganze Gewicht des Locomotivoberbaues überhaupt mit fünf Punkten auf Federn ruht.

Bei den Maschinen Fig. 4, Tafel D. ist der Federbügel wieder am Gestellrahmen befestigt, während der Balancier über dem Gestelle liegt und mit der Feder durch Zugstangen verbunden ist, die Balancirenden aber vermittelst Stützen gegen die Achsbüchsen u. s. w. wirken[3]). Eine constructive Abänderung dieser Disposition lässt Fig. 12 (d) erkennen. Die Enden der Feder α

Zweck und Umfang unseres Buches gestatten nicht auf diese hier angedeuteten Untersuchungen specieller einzugehen. Nach unserem Wissen wird dieser Gegenstand am Ausführlichsten an folgenden Stellen behandelt. Erstens von Damas (Sous-Chef de traction aux chemins de fer du midi) in den Annales des Mines, Tome 8 (1865), p. 501. Dieser Artikel trägt die Ueberschrift: Sur la repartition de la charge des véhicules des chemins de fer sur leurs essieux. Zweitens von Professor Grove im III. Bande, S. 178 des Heusinger'schen Handbuches (die Locomotive im Allgemeinen) aufmerksam zu machen und zwar von §. 13 ab unter der Ueberschrift „Vertheilung der Last auf die Achsen."

1) Specielle Fälle behandelt Clark in seinem Werke Railway-Machinery, p. 217, Pl. 22 u. 23 (Allan's Locomitive „Crewe") und p. 221 (Maschinen der Lyoner Eisenbahn). Bei Platzmangel der erwähnten Art bringt man sehr oft auch sogenannte Schneckenfedern (Bd. 3, S. 219) in Anwendung, was namentlich von denjenigen Constructeuren geschieht, welche Federbalanciers bei Locomotiven für überflüssig halten. Abbildungen (neuerer) Locomotiven mit Schneckenfedern für die Hinterachse finden sich u. A. in Colburn's Locomotive-Engineering, Part 2, Pl. 2 und Part 10, Pl. 34.

2) Abbildungen einer betreffenden englischen Schnellzuglocomotive (der Great-Eastern-Bahn) liefert Colburn a. a. O. Part 3, Pl. 9 und Part 4, Pl. 10.

3) Eine ältere Anordnung, deren bereits in ähnlicher Ausführung im dritten Bande (1848) des Heusinger'schen Organs gedacht wird und wovon sich daselbst Abbildungen auf Tafel XIII. vorfinden.

sind hier mittelst Hängeeisen $\beta\beta$ am Gestellrahmen γ befestigt während der Federbügel δ mit der Mitte des Balanciers $\varepsilon\varepsilon$ verbunden ist u. s. w.[1]).

Fig. 5, Tafel D zeigt eine Balancieranordnung, welche ermöglicht, dass man auch ungleichmässig belastete Achsen durch ungleicharmige Hebel erhalten kann[2]). Hierbei ist ausserdem die Querfeder unter der Hinterachse placirt, wozu die Detailanordnung aus Fig. 12 (b), Tafel E erhellt. Die Enden der Querfeder α sind hier mit den Achsbüchsen $\beta\beta$ durch Gehänge $\gamma\gamma$ verbunden, während man den Federbügel δ um einen Bolzen drehbar gemacht hat, der zwischen zwei parallelen Querstangen $\varepsilon\varepsilon$ lagert, welche letztere endlich am Gestellrahmen befesigt sind. Dass man durch geeignete Mittel, namentlich Schraubenstellungen, die Spannungen der Feder α veränderlich machen kann, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Die Figuren 6, 7 und 8, Tafel D und E sind Beispiele, wo die ganze Maschine mit nur drei Federn aufgehangen ist[3]).

Die Anordnung Fig. 7 wurde seiner Zeit (1852), nach Stephenson's Vorgange von Wöhlert in Berlin[4]) bei Crampton'schen Maschinen in Anwendung gebracht, wodurch der S. 361 gerügte Uebelstand der zu grossen Belastung der Vorderachse dieser Maschinengattung beseitigt wird.

Die Anordnung Fig. 9, Tafel E wurde von G. Egestorff in Hannover mehrfach für deutsche Bahnen mit Erfolg ausgeführt (u. A. für die westphälische Bahn bei Schnellzug-Locomotiven, worauf wir später ausführlich zurückkommen werden)[5]).

Eigenthümlich ist hier das Anbringen eines Querbalanciers (statt der Querfeder) zwischen der Vorderachse und den Dampfcylindern, dessen Mittelpunkt α, wie aus der Detailfigur 12 (c) erhellt, am Gestellrahmen oder am Kessel bei β befestigt ist.

Die Enden $\gamma\gamma$ des Balanciers sind mit gabelförmigen Gehängen $\delta\delta$ ausgestattet, die man oberhalb immer an je einem Ende ε der correspondirenden

---

1) Eine instructive Zusammenstellung gleicher und ähnlicher Anordnungen sogenannter Federbalanciers preussischer (namentlich Borsig'scher) Locomotiven, findet sich in den Zeichnungen für die „Hütte", Jahrgang 1855 (zweite Auflage), Tafel 24.

2) Beispiele hierzu (wiederum Borsig'scher Maschinen) enthält die eben citirte Tafel 24 der Hüttenzeichnungen in Fig. 2 und Fig. 14.

3) Beschreibungen und Abbildungen einer betreffenden hannoverschen (Tender-Maschine) Locomotive mit 6 gekuppelten Rädern (für die Südbahn von Welkner construirt) finden sich in Bd. 3 der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins (1857), S. 180, Blatt 79 und in Prechtl's technologischer Encyklopädie, Supplementband 2, S. 497, Tafel 58. Von den drei gekuppelten Achsen sind hier zwei benachbarte Achsen mit Balancierfedern ausgestattet, während man der dritten Achse (Hinterachse) eine Querfeder gegeben hat, so dass die ganze Maschine nnr mit drei Punkten auf den Federn ruht.

4) Hütte, Jahrgang 1855, Tafel 24, Fig. 5 und 15.

5) Ueber dem Gestellrahmen der Maschine liegende Balanciers und Federn scheint Cockerill's Etablissement (in Seraing) zuerst ausgeführt zu haben. Man sehe deshalb Beschreibung und Abbildung in Heusinger's Organ, Bd. 3, Jahrgang 1848, S. 120, Tafel XIII, Fig. 3.

Feder η (Fig. 9) der Vorderachse befestigt hat. In der Detailskizze (c) Fig. 12 ist zugleich angedeutet, dass die Gestellrahmen frei durch die Gehänge $\delta\,\delta$ hindurch gehen, oder letztere die betreffenden Rahmenstellen umfassen, ohne dass eine Berührung zwischen beiden stattfindet [1]).

Bei der Anordnung Fig. 10 (Personenzuglocomotiven von Henschel in Kassel) hat man einen Querbalancier der eben besprochenen Art für die Vorderräder und eine Querfeder [ähnlich Fig. 12 (a)] für die Hinterräder angebracht.

Ferner zeigt Fig. 11 eine wahrscheinlich zuerst von der Cockerill'schen Maschinenfabrik Seraing [2]) ausgeführte Verbindungsart sämmtlicher Federn einer Locomotive, die jedoch nicht sehr vortheilhaft ist, indem das Gleichgewicht nur für eine einzige bestimmte Position des Schwerpunktes existirt [3]). Letztere Bedingung lässt sich aber namentlich bei Tendermaschinen gar nicht erfüllen, weil hier das Wasser anfänglich hoch und später niedrig steht, die Kohlenkasten erst ganz, nachher nur theilweise gefüllt sind, u. dgl. m. Weiter unten (bei der speciellen Beschreibung einer Behne-Kool'schen Berglocomotive) kommen wir auf diese Balancierfedern-Anordnung zurück [4]).

Endlich stellen die Figuren 13 und 14 noch eine eigenthümliche Federanordnung der bereits S. 425 besprochenen Locomotive C. L. Carels in Gent dar [5]). Hier sind die Federn der Mittel- und Hinterachse (je einer Seite) und die bei den Federn der Vorderachse, durch Winkelhebel unter sich verbunden, wodurch im Principe die Stützung des Kessels in drei Punkten, also eine constante Lastvertheilung erzielt ist.

Ueber Nutzen und Vortheile des Anbringens von Federbalanciers bei Locomotiven sind die Meinungen der Ingenieure zuweilen getheilt, und sind es besonders die Engländer, welche den Werth dieser ganzen Anordnung mehr oder weniger bezweifeln oder gänzlich in Abrede stellen [6]). Die Gegner heben zu-

---

1) Eine Schnellzuglocomotive von Sharp, Stewart & Comp. in Manchester, wobei die Längenbalanciers ähnlich wie in Fig. IX angeordnet, der Querbalancier jedoch weggelassen ist, liefert in schöner Abbildung Colburn in seinem Locomotive-Engineering, Part 6, Pl. 24.

2) Portefeuille de John Cockerill, Tome 1, p. 17, Pl. 93 und 94 (Locomotives à six roues couplées pour le chemin de fer d'Aix-la-Chapelle à Mastrich).

3) Damas in der bereits citirten Arbeit über den fraglichen Gegenstand in den Annales des mines, Tome 8 (1865), p. 513. (De l'emploi des ressorts conjugées.)

4) Noch andere Anordnungen von Federbalanciers (von Hawthorn, Gooch, Sturrock und von amerikanischen Constructeuren) bespricht, unter Beifügung von Holzschnitten, Clark in seinem Werke Railway-Machinery unter der Rubrik „Arrangements of the Springs", p. 186 u. s. w.

5) Engineering vom 27. Juni 1873, p. 459 und Schaltenbrand „Die Locomotive" S. 53, ferner auch Petzholdt „Die Locomotiven der Gegenwart", S. 121.

6) Man sehe besonders die bereits citirte Arbeit des englischen Ingenieurs Robinson, On the Distribution of Weight on the Axles of Locomotives, in den Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers vom 5. Mai 1864, p. 112.

nächst hervor, dass bei richtiger Disposition und Construction einer Locomotive gleich ursprünglich die angemessenste, beste Gewichtsvertheilung auf die Achsen erreicht werden kann, dass ferner Federbrüche bei Balancieranordnungen viel gefährlicher werden können, als dies bei isolirten, unabhängigen Federn der Fall ist, dass der Stoss, welchen eine Feder empfängt, seinen Nachtheil auch auf die damit verkuppelte Nachbarfeder überträgt, gehörig lange Federn alle Balancieranordnungen überflüssig machten u. dgl. m. Diesen Argumenten gegenüber lässt sich anführen, dass man nur selten Eisenbahnen finden wird, die selbst ursprünglich frei von Unebenheiten, Senkungen, Veränderungen der Schienenstösse u. s. w. sind, oder es nach einiger Zeit werden, dass sich ferner die besten Federn nach und nach setzen, mehr oder weniger an ihrer Elasticität verlieren und dass schon allein die Platzfrage Veranlassung zur Anordnung von Federbalanciers werden kann, gar nicht zu gedenken, dass unter sonst gleichen Umständen die sogenannte Federbasis unbedingt (vortheilhaft) verlängert wird.

Dem Verfasser ist schliesslich thatsächlich bekannt, dass bei einer grösseren deutschen Eisenbahn mit bedeutendem Betriebe seit der Zeit, wo man fast alle Locomotiven mit Federbalanciers ausgestattet hat, die Reparaturen geringer und Federbrüche seltener sind und ein durch die Federwerke veranlasstes Entgleisen der Maschinen gar nicht wieder vorgekommen ist.

§. 29.

Die störenden Bewegungen der Locomotiven und die Mittel zu deren Beseitigung [1].

(Gegengewichte an den Triebrädern der Locomotiven.)

Betrachtet ein etwas fern stehender Beobachter, an geeigneter Stelle, die fast immer grossartige Erscheinung einer auf der Eisen-

1) Die vorzüglichsten Aufsätze und Werke, worin dieser für die rationelle Mechanik interessante, wie für die Praxis wichtige Gegenstand abgehandelt ist, sind bis jetzt folgende: Nollau, Ueber das Anbringen von Gegengewichten an den Triebrädern der Locomotiven, Eisenbahnzeitung, Jahrgang 1848, S. 323. Die erste wissenschaftliche, richtig aufgefasste und praktisch brauchbare Arbeit, den genannten Gegenstand betreffend. — Lechatelier, Etudes sur la stabilité des machines locomotives en mouvement, Paris 1849. Eine noch vollständigere, ausführlichere Abhandlung, als die vorgenannte, worin zugleich auf beide gleichzeitig vorhandenen Dampfmaschinen der gewöhnlichen Locomotive Rücksicht genommen und der Ort anzubringender Gegengewichte genau bestimmt wird. — Couche, Des contre-poids appliquées aux roues motrices des machines locomotives, Annales des mines, Tome 3 (1853), p. 427. Deutsch bearbeitet durch Tellkampf, befindet sich der Aufsatz des Ingenieurs Couche in dem Notizblatte des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins, Bd. 3, Jahrgang 1853 bis 1854, S. 47. Couche zeigte hier zuerst, wie wichtig es sei, nicht nur die Störungen in horizontaler Richtuug der Bewegung, sondern auch in verticaler Richtung bei der Berechnung der Gegengewichte zu beachten, und bezeichnete die Verticalstörungen als das grösste Uebel bei der Bewegung der Locomotiven. — Yvon Villarceau, Théorie de la stabilité des machines locomotives en mouvement

bahn in raschem Fortlauf begriffenen Locomotive mit dem an ihr hängenden Wagenzuge, so erscheint diese Bewegung gewöhnlich als eine ruhige und gleichförmige der besten Art, wenn Bahn,

---

(Extrait des Mémoires et Comptes-rendus des travaux de la Soc. des Ingenieur-Civils, Janvier à Juin 1851), Paris 1852. Eine werthvolle theoretische Arbeit. — Résal, Note sur la stabilité des machines locomotives, Annales des mines, Tome 3 (1853), p. 411. Eine theoretische Arbeit, die auch praktischen Werth hat. — Redtenbacher, Die Gesetze des Locomotivbaues, Mannheim 1865. Der Abschnitt dieses ausgezeichneten Werkes, welcher „die störenden Bewegungen der Locomotive" behandelt, ist zur Zeit immer noch das Ausgezeichnetste seiner Art, obwohl nicht frei von menschlichen Unvollkommenheiten. Redtenbacher zeigt unter Anderm auch zuerst recht klar, dass die störenden Bewegungen nicht bloss durch die hin- und hergehenden Massen entstehen, sondern auch noch durch andere Wirkungen, dass diese Störungen also auch durch sogenannte Balanciermassen nur theilweise aufgehoben werden können. — Scheffler (Baurath in Braunschweig), Bestimmung der Gegengewichte in den Triebrädern der Locomotiven. Heusinger's Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens u. s. w., Bd. 2 (1856), S. 77. Eine eigenthümliche elementare Behandlung des Gegenstandes. — Résal, Mémoire sur le mouvement vibratoire des bielles, Annales des mines, Tome 9, 1856, p. 233. Hier wird der Einfluss der Gegengewichte bei Locomotiven auf die Festigkeiten der Lenkstangen, sowie auf den Druck behandelt, welchen die Führungslineale des Kreuzkopfes und die Krummzapfenwarzen erleiden. — Schmidt, Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1858, S. 116. Hauptsächlich eine übersichtliche Herleitung der Redtenbacher'schen Formeln zur Berechnung der Gegengewichte an den Triebrädern. — Zech, Besprechung des Redtenbacher'schen Werkes über die Gesetze des Locomotivbaues. Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins, Jahrgang 1857, S. 97. Eine scharfe Kritik der Redtenbacher'schen Arbeit, worin manche Mängel derselben thatsächlich nachgewiesen werden. Welkner (Obermaschinenmeister etc.), „Die Locomotive" Göttingen 1859 Dieser Autor ermittelt auf sehr einfachem Wege (von S. 109 ab) geeignete Formeln zur angenäherten Bestimmung der Gegengewichte etc. — Zeuner, Ueber das Wanken der Locomotiven. Separatabdruck aus dem Programm des Züricher Polytechnicums für das Jahr 1861/62. Eine beachtenswerthe, jedoch rein theoretische Arbeit, welche die Zech'schen Entgegnungeu beleuchtet und deren Richtigkeit bestätigt. — Weisbach, Ingenieur-Mechanik, Bd. 3, S. 674 (Theorie der Dampfwagenbewegung) und S. 693 (Gegengewichte), eine übersichtliche elementare Abhandlung. — Clark, Railway-Machinery, p. 165 bis 180, behandelt in fünf Capiteln unter den Ueberschriften „Internal Disturbing Forces" und Experiments on the Balancing of Locomotives" den fraglichen Gegenstand in übersichtlicher, praktischer, vortrefflicher Weise, mit Entwickelung einfacher Formeln zur Berechnung der Gegengewichte. — Desmousseaux, De l'économie des bandages et de la stabilité des locomotives, Mémoires et comptes-rendus des travaux de la Soc. des Ingenieurs-Civils, 1864, p. 367. Deutsch bearbeitet von Bornemann im Civilingenieur, Jahrgang 1866, S. 246. Der Verfasser zeigt vornämlich, dass es bei Bestimmung der Gegengewichte der Locomotiven nicht allein genügt, auf die Stabi-

Locomotive und Wagen von guter Construction und Beschaffenheit sind. Ganz anders gestaltet es sich jedoch, wenn derselbe Beobachter die Locomotive besteigt und seinen Platz in der Nähe des Führers derselben nimmt. Man gewahrt dann sofort, dass der Fortlauf weder immer ganz genau in der Richtung des Gleises geschieht, noch die Bewegung frei von Schwankungen und Erschütterungen ist, überhaupt, dass noch ganz besondere Bewegungen vorhanden sind, die sich bei etwas näherer Untersuchung als mehr oder weniger störend und wohl auch schädlich herausstellen.

Noch bemerklicher werden diese eigenthümlichen Bewegungen (Schwingungen), wenn eine kräftige Locomotive nur wenige Wagen zu ziehen hat, oder wenn bei schneller Fahrt der Dampf ganz abgestellt wird, indem sich dann ein mehr oder weniger starkes Stossen in der Verbindung mit dem Tender zeigt, was zur nächsten Folge hat, dass das Zugeisen (die Kuppelung) und die zunächstliegenden Theile häufigen Reparaturen unterworfen sind. Letzteren Uebelständen sucht man gewöhnlich durch Federn zwischen Tender und Maschine abzuhelfen, wodurch allerdings die schädlichen Folgen des Uebelstandes vermindert, die Ursache jedoch keineswegs aufgehoben wird [1]).

Aus derartigen Beobachtungen und betreffenden Versuchen ergiebt sich, dass diese eigenthümlichen (störenden) Bewegungen einer Locomotive überhaupt von zweierlei Art sind, nämlich Schwingungen, woran die Maschine

---

lität Rücksicht zu nehmen, sondern dass man auch die Schonung der Radreifen ins Auge zu fassen habe. — Arnoux, Sur les perturbations productes dans le mouvement des machines (locomotives), Annales des mines, Tome 8 (1865), p. 189. Eine interessante theoretische Abhandlung, welche die citirte Arbeit von Couche vervollständigen soll. — Frank, Ueber Abnutzung der Locomotiv-Triebräder u. s. w., Heusinger's Organ, Jahrg. 1867, S. 187. Couche im 3. Bande seines wiederholt citirten Werkes „Voie Matériel Roulant", von §. 278 bis 287. Eine beachtenswerthe Arbeit. — Grove (Prof.), „Die Störungen der Locomotivbewegungen" im III. Bande des Heusinger'schen Handbuches S. 181. Eine der vorzüglichsten Abhandlungen (seiner Art) der Neuzeit.

1) Am allerbemerkbarsten zeigen sich mehrere dieser Schwingungen, wenn man die Locomotive an den vier Ecken ihres Rahmens an gehörig langen Ketten aufhängt, von den Bahnschienen abhebt, sie der Schwerkraft ganz entzieht, den Kessel heizt und die beiden Dampfmaschinen in Gang setzt, oder die Triebräder durch eine ausserhalb der Locomotive zu Gebote stehende Kraft zu rascher Umdrehung veranlasst. Derartige Experimente haben zuerst (im Grossen) Nollau (a. a. O., S. 324) und Lechatelier (a. a. O., p. 94), sowie nachher Redtenbacher (der Maschinbau, Bd. 3, S. 71) mit geeigneten Modellen angestellt.

als ein Ganzes (Oberbau und Laufwerk) Theil nimmt, und Schwingungen, die ausschliesslich von dem auf den Federn ruhenden Oberbaue ausgeführt werden.

Die Schwingungen der Locomotive als ein Ganzes haben ihre Quelle in der Bewegung der Massen, welche Kolben, Kolbenstange, Kurbel, Lenk- und Kuppelstangen bilden, und geben sich zu erkennen: erstens im hin- und hergehenden Oscilliren des Schwerpunktes (des ganzen Baues) nach der Längenrichtung der Maschine, und zweitens durch gleichzeitige Schwingungen um eine durch denselben Schwerpunkt gehende Verticalachse.

Erstere Bewegung nennt man das Zucken oder Rücken (le tangage) der Locomotive, letztere das Schlängeln oder Schlingern (le lacet) derselben.

Die Schwingungen des auf den Federn ruhenden Baues (ohne das Laufwerk) werden durch verschiedene Kräfte veranlasst, wohin gehören: die Pressungen der Kreuzkopfgleitklötze gegen die Führungslineale, die Elasticität der Federn, die Dampfdrücke gegen die Deckelflächen der Cylinder, Stösse, welche von den Bahnunebenheiten herrühren u. s. w. Zu erkennen geben sich diese, der Zahl nach drei, verschiedenen Schwingungen, erstens durch das Bestreben zu einer Drehung um eine horizontale Längenachse durch den Schwerpunkt des Oberbaues, das Wanken oder Schwanken (le roulis) der Locomotive genannt, zweitens als eine ebenfalls drehende Schwingung um die horizontale Querachse (durch denselben Schwerpunkt gedacht), das Nicken oder Galoppiren (le galop), und endlich drittens durch eine fortschreitende, geradlinig vertical auf- und niedersteigende Oscillation des bemerkten Schwerpunktes selbst, das Wogen genannt. Die aus dem Wanken, Nicken und Wogen sich zusammensetzende Bewegung pflegt man wohl auch durch den Collectivnamen des Gaukelns zu bezeichnen.

Was die Mittel anlangt, diesen sämmtlichen störenden Bewegungen zu begegnen, so lässt sich darüber in der Hauptsache Folgendes sagen:

Völlig aufgehoben würden alle diese Bewegungen werden durch Verwendung direct rotirender Dampfmaschinen; allein zur Zeit ist es noch immer so, wie Bd. I, S. 513 und 514 von derartigen Maschinen berichtet wurde, dass es nämlich keine giebt, deren Construction den Anforderungen zu genügen im Stande ist.

Die störenden Bewegungen des Wogens, Wankens und Nickens, welche von den überhaupt auftretenden Kräften veranlasst und von dem in den Federn hängenden Bau ausgeführt werden, lassen sich daher nie ganz beseitigen, wohl aber durch Beobachtung gewisser Constructionsregeln sehr schwächen, wohin beispielsweise gehört, dass man möglichst grosse Radstände herbeizuführen und den Schwerpunkt den Wagenachsen nahe zu bringen sucht, lange Kurbelstangen einführt, Inside-Cylinder statt Outside-Cylinder verwendet, u. dgl. m.[1]).

Die störenden Einflüsse, welche die lebendigen Kräfte der bewegten Massen hervorrufen, die wir unter dem Namen des Zuckens und Schlängelns kennen lernten, liessen sich unter Anderm durch die Anordnung von zwei Kolben in demselben Cylinder (mit allem Zubehör von doppelten Lenkstangen

1) Redtenbacher, Die Gesetze des Locomotivbaues, S. 156.

u. s. w.) beseitigen, deren Bewegungen abwechselnd einander zugekehrt und entgegengesetzt gerichtet sind (Bd. I, S. 533, Note 22), wären die hier erforderlichen Anordnungen nicht zu complicirt[1]). Dasselbe gilt von dem Anbringen entsprechend hin- und hergehender Gegenmassen, wie sie Haeton in Birmingham bereits 1847 in Vorschlag brachte[2]). und wovon Fig. 375 die betreffende Disposition erkennen lässt. Zuerst bemerkt man das Vorhandensein einer Doppelkurbel *ac* und *ab* am Locomotivtriebrade *k*, ferner eine zweite Lenkstange (*be* ausser der gewöhnlichen *cd*) und endlich eine Masse *hef*, welche gleich der von Kolben, Kolbenstange und Kreuzkopf ist und die entweder in entsprechenden Führungen hin- und hergeschoben wird oder an pendelartigen Stäben *fg* und *hi* aufgehangen ist.

Fig. 375.

Das Vortheilhafteste bleibt immer noch das Anbringen richtig berechneter und richtig gestellter Gegengewichte an den Triebrädern, wodurch zwar das Rucken und Schlängeln nicht gänzlich aufgehoben, jedoch die Schädlichkeit dieser Schwingungen in einer für die Praxis befriedigenden Weise vermindert werden kann.

Die meisten der oben citirten Werke und Abhandlungen über die störenden Bewegungen der Locomotiven geben zu diesen Berechnungen vollständige Anleitungen. Ganz besonders empfehlenswerth sind hierzu die betreffenden Arbeiten von Redtenbacher, Couche, Clark, Desmousseaux und Grove.

Im Allgemeinen werden diese Balanciermassen am grössten bei aussenliegenden Cylindern und wenn vorhandene Kupplungskurbeln zugleich Maschinenkurbeln sind. Dagegen fallen sie am kleinsten aus bei Maschinen mit Innencylindern und wenn Kupplungskurbeln gegen die Maschinenkurbeln entgegengesetzte Richtungen haben. Auch der Ort, wo diese Gegengewichte an den Triebrädern befestigt werden müssen, lässt sich in jedem besonderen Falle bestimmt berechnen.

Beispielsweise liegt bei Maschinen ohne Kuppelstangen, wenn Innencylinder vorhanden sind, der Winkel $ead = \alpha$, Fig. 376, welchen die Orte der Gegengewichte an beiden Triebrädern mit der Radachse *a* bilden, innerhalb des rechten Winkels *gaf*, welcher den rückwärts verlängerten Kurbelrichtungen entspricht, dagegen überschreitet dieser Winkel α Fig. 377 den gedachten Winkel bei Maschinen mit Aussencylindern.

Im letzteren Falle wird übrigens in den meisten Fällen α fast 90 Grad, so dass dann die Balanciergewichte einfach entgegengesetzt den Maschinenkurbeln (natürlich stets in richtiger Entfernung von der Achse) befestigt werden dürfen.

1) Patent Specification Nr. 6618 vom Jahre 1843 und Nr. 9702 vom Jahre 1853, auf John George Bodmer of Manchester lautend.

2) Patent Specification Nr. 11953 vom Jahre 1847.

Bei schweren Gütermaschinen, wobei alle Räder gekuppelt sind, fällt das Gewicht dieser Balanciermassen so gross aus, dass man sie gleichmässig auf alle Räder vertheilen muss.

Fig. 376.

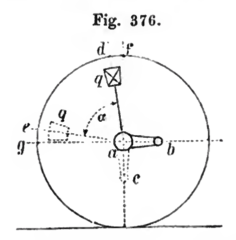
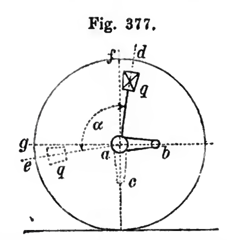


Fig. 377.



Sehr wichtig ist es überdies, bei der Bestimmung der Balanciergewichte nicht bloss darauf Rücksicht zu nehmen, dass sie kein Ausgleisen der Locomotiven bei grossen Fahrgeschwindigkeiten veranlassen, sondern auch die Schonung der Radreifen ins Auge zu fassen, wie dies namentlich Desmousseaux[1]) gethan hat.

§. 30.

Ausführlichere Beschreibung einiger Locomotiven der Gegenwart.

Mit Nachstehendem wird dem wiederholt gegebenen Versprechen Genüge geleistet, von einigen der bemerkenswerthesten Locomotiven der Neuzeit etwas ausführlichere Beschreibungen zu liefern.

Bemerkt werden muss zuvor, dass Zweck und Umfang des Buches es zur Pflicht machten, diese Beschreibungen auf elf Locomotiven zu beschränken und zwar auf solche aus den Fabriken von G. Egestorff, Beyer, Peacock & Comp., A. Borsig, Esslingen (Kessler), Schwartzkopf und Krauss, deren Chefs die Güte hatten, mir die beigegebenen Abbildungen besonders anfertigen zu lassen, sowie auf die Königl. Preussischen sogenannten Normal-Locomotiven. Das etwa Fehlende dürfte durch die vorangegangenen Literaturangaben und durch einige Ergänzungen im gegenwärtigen Paragraphen vervollständigt werden.

Den Anfang mögen die bereits S. 462, §. 27 erwähnten Locomotiven der hannoverschen Maschinenbau-Actien-Gesellschaft (vormals G. Egestorff) in Linden vor Hannover machen, welche man namentlich auf der Westphälischen Eisen-

1) Bornemann, Civilingenieur, 1866, S. 246 und auszugsweise in Heusinger's Organ, Jahrg. 1867, S. 78.

bahn (Warburg-Paderborn, Hamm-Rheine) als Schnellzug-Locomotiven mit den besten Erfolgen verwendet [1]).

Wie aus den (in $^1/_{72}$ der wahren Grösse gezeichneten) Abbildungen Fig. 378, 379 u. 380 erhellt, sind diese Maschinen sechsrädrig (zwei Paar Räder

Fig. 378.

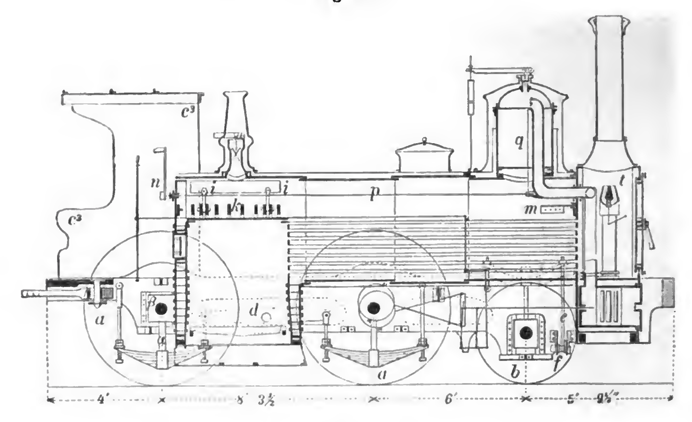
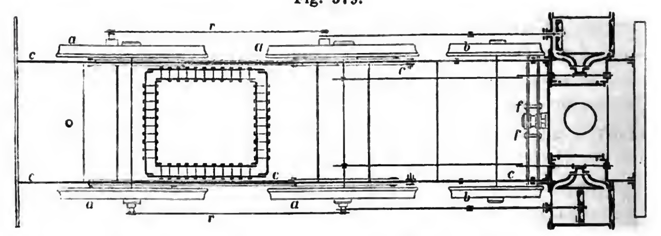


Fig. 379.



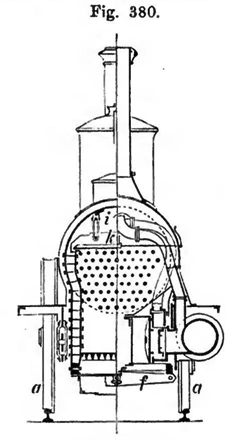
gekuppelt), gehören den Achsendispositionen Tafel B an, sind mit Innenrahmen *cc*, sowie mit Aussencylindern versehen und haben Steuerungsanordnungen nach **Allan** (gerade Coulisse, S. 382).

---

1) Auf der Wiener Weltausstellung von 1873 (wo freilich England im eigentlichen Sinne des Wortes nicht vertreten war) fand man keine einzige ungekuppelte Locomotive, während andere erfahrene Techniker die Verwendung gekuppelter Maschinen für schnell fahrende Personenzüge für bedenklich, wenn nicht geradezu für gefährlich halten. Wir kommen auf diesen Gegenstand nachher, bei Besprechung der Schnellzug-Locomotiven von Beyer, Peacock & Comp. zurück.

Der Durchmesser der Dampfcylinder beträgt 17 Zoll engl., die Kolben haben 24 Zoll Hub. Von den vier gekuppelten Triebrädern *aa* hat jedes $6^1/_4$ Fuss, die Laufräder *bb* haben 3 Fuss $11^3/_4$ Zoll Durchmesser. Der ganze Radstand (Entfernung der äussersten Achsen) beträgt 14 Fuss $3^1/_2$ Zoll. Der Feuerkasten [1]) hat 75 Quadratfuss Heizfläche, die 194 Sioderöhren (von $1^3/_4$ Zoll äusserem Durchmesser und von 11 Fuss $4^1/_8$ Zoll Länge) haben 1054 Quadratfuss Heizfläche, so dass die Totalheizfläche des Kessels 1129 Quadratfuss (engl.) beträgt. Die Grösse der Rostfläche (4,25 Fuss lang, 3,02 Fuss breit) ist 12,83 Quadratfuss.

Fig. 380.



Der Schornstein hat $14^1/_2$ Zoll inneren Durchmesser und seine Mündungskante befindet sich $14^1/_4$ Fuss über den Köpfen der Bahnschienen. Zur Versteifung der inneren und äusseren Wände des Feuerkastens hat man $^{15}/_{16}$ Zoll starke, kupferne Stehbolzen verwandt, deren Entfernung von einander $3^{15}/_{16}$ bis $4^1/_{16}$ Zoll beträgt. Die Decke des Feuerkastens wird durch 10 Stück Versteifungsanker *k* getragen, welche rechtwinklig zur Längenachse des Kessels angebracht sind. Diese Anker sind mit der Decke selbst durch $^7/_8$-zöllige Schraubenbolzen verbunden, welche $4^1/_2$ Zoll von einander abstehen.

Ausserdem hat man 4 Stück der Anker *k* mit der Decke des äusseren Feuerkastens durch Hängeschienen *i* (Fig. 378 u. 380) vereinigt. Der normale Dampfdruck im Kessel beträgt 8 Atmosphären oder 117 Pfd. pro Quadratzoll. Bei der Construction dieser Locomotiven hat man besondere Sorgfalt auf die solide Befestigung der Dampfmaschinen-Cylinder verwandt. Zu letzterem Zwecke wurde der Rahmen *c* an

1) Der äussere Feuerkasten ist 4 Fuss 11 Zoll engl. lang und 3 Fuss $8^1/_3$ Zoll breit. Der innere (kupferne) Feuerkasten hat 4 Fuss $1^1/_4$ Zoll und 4 Fuss $3^1/_2$ Zoll Länge bei 3 Fuss $4^1/_2$ Zoll und $3^1/_4$ Fuss Breite. Die Höhe beträgt 5 Fuss 2 Zoll. Der cylindrische Kessel hat 4 Fuss $2^1/_8$ Zoll äusseren Durchmesser, der Dom 2 Fuss 3 Zoll inneren Durchmesser und 3 Fuss $9^1/_2$ Zoll Höhe. Die Blechstärken sind folgende:

In dem äussern Feuerkasten	$^9/_{16}$	Zoll engl.
In den Stirnwänden	$^5/_8$	„ „
Am Cylinderkessel	$^9/_{16}$	„ „
In der eisernen Rohrwand	1	„ „
In dem kupfernen Feuerkasten . . .	$^5/_8$	„ „
In der Rohrwand des Feuerkastens .	1	„ „
Deckblech des Rauchkastens	$^3/_8$	„ „
Vorderwand	$^1/_2$	„ „
Dampfdom	$^7/_{16}$	„ „
Kappe des Dampfdomes	$^1/_2$	„ „

der Stelle, wo diese Cylinder liegen, sehr breit genommen, die Cylinder zwischen die herabreichenden Rahmenbacken gepasst und in der ganzen Höhe mit dem Rahmen verschraubt. Ebenso ist die 1 Zoll starke Rohrwand des Kessels und die Vorderwand des Rauchkastens bis zur Unterkante des Rahmens *c* herabgeführt und am unteren Ende durch eine Horizontalplatte versteift, welche letztere wieder mit den Rauchkastenwänden und den Cylindern durch Schrauben vereinigt ist.

Die Rahmen *cc* werden übrigens aus Eisenplatten von 1 Zoll Dicke gebildet, welche mit den Achsgabeln aus einem Stück bestehen. (Man sehe hierzu die Detailfiguren 381 u. 382). Am Cylinderende sind Rahmen und Kessel fest mit einander verbunden, wogegen am Feuerkastenende eine Bewegung des Kessels stattfinden kann, wie solche wegen Ausdehnung des letzteren durch die Wärme bedingt ist.

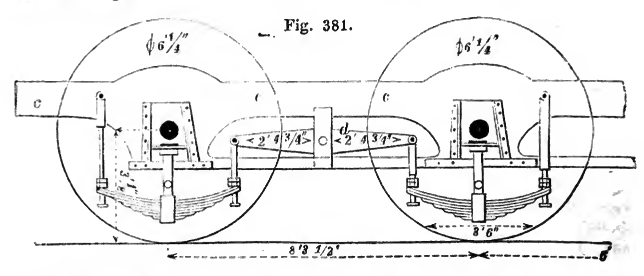


Fig. 381.

Die Dampfkolben sind aus Schmiedeeisen hergestellt und mit gusseisernen Liderungsringen nach **Ramsbottom's** Systeme versehen [1]).

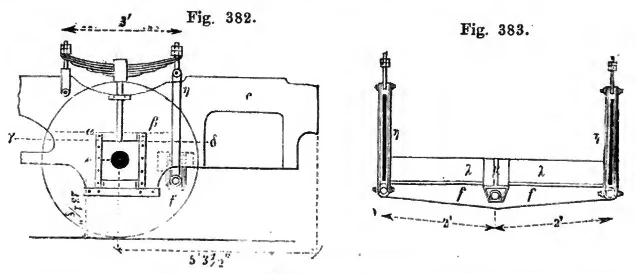


Fig. 382.

Fig. 383.

Die Zuführung des Kessel-Speisewassers geschieht mit Hülfe einer Dampfpumpe und zweier Injectoren.

Die Federaufhängung des Oberbaues der Locomotive ist (ähnlich Fig. 10, Tafel E) derartig angeordnet, dass das Gewicht der Maschine auf drei Punkten ruht. Zu diesem Zwecke sind die beiden Federn der Trieb- und Kuppelachsen

1) Heusinger's Organ, Bd. 9 (1854), S. 207.

Fig. 381 durch einen Balancier *d* mit einander verbunden, welcher seinerseits im Drehpunkte die Unterstützung des Rahmens bewirkt.

Die (vordere) Laufachse (Fig. 382 im Detail) wird auf jeder Seite durch eine Feder belastet, deren vorderes Ende an einem Bügel η (Fig. 383) aufgehangen ist (durch welchen der betreffende Rahmen frei hindurchtritt) und den man mit einem Querbalancier *f* in geeignete Verbindung gebracht hat.

Der Drehpunkt *u* dieses Balanciers, am Kessel λ befestigt, bildet den vorderen (dritten) Stützpunkt der Maschine[1]).

Das Totalgewicht der Locomotive beträgt 655 Zoll-Ctnr. im leeren Zustande und 740 Zoll-Ctnr. im betriebsfähigen Zustande.

Zur Vervollständigung sind hier noch Fig. 384 bis 386 die Abbildungen eines der Tender aufgenommen, welche zu vorbeschriebenen Schnellzuglocomotive der Westphälischen Bahn gehören.

Die ganze Construction ist aus Schmiedeeisen hergestellt.

Das Untergestell wird von Rahmen gebildet, welche $^3/_4$ Zoll Dicke haben.

Die Federn und sonach die Achsschenkel der Laufräder (von 3 Fuss $6^3/_4$

---

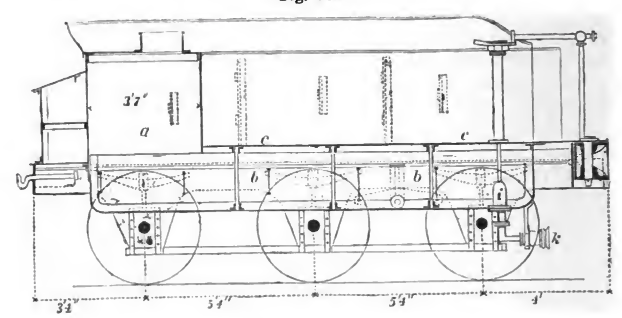
1) Für manchen Leser dürften noch nachstehende Angaben nicht ohne Interesse sein. Die Länge der (drei) Dampfcanäle an jedem der Cylinder beträgt 14 Zoll engl., die Weite der Eintrittscanäle ist $1^3/_8$ Zoll, während der Austrittscanal $2^1/_2$ Zoll Breite hat. Die zwischen den Eintrittscanälen und dem Austrittscanale liegenden Stege haben jeder einen Zoll Dicke. Die Dampfschieber sind 1 Fuss $4^1/_4$ Zoll lang und $8^{15}/_{16}$ Zoll breit. Die Ueberlappung des Schiebers beträgt aussen $^{27}/_{32}$ Zoll, innen $^1/_{16}$ Zoll. Der Excentrikschub ist 6 Zoll. Die grösste Oeffnung der Canäle misst $1^1/_4$ Zoll. Die Steuerungsresultate erhellen aus folgender Tabelle:

Füllung.		Voreilung.	Bei der Compression.	Bei dem Austritte.	Kolbenhub beim Dampfabschluss.	Oeffnung der Canäle.	
		Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	
$^3/_4$	hinter dem Kolben	$^1/_4$	$20^1/_8$	$19^7/_8$	$16^3/_4$	$1^1/_4$	Vorwärts.
	vor dem „	$^1/_4$	20	20	17	$1^3/_8$	
$^5/_8$	hinter dem Kolben	$^1/_4$	$19^3/_4$	19	$14^1/_2$	$1^5/_{16}$	
	vor dem „	schwach $^5/_{16}$	$19^1/_4$	$19^1/_4$	$14^7/_8$	$^7/_8$	
$^1/_2$	hinter dem Kolben	$^1/_4$	$16^3/_4$	$17^5/_8$	$10^3/_4$	$^9/_{16}$	
	vor dem „	$^1/_4$	$16^7/_8$	$17^5/_8$	$10^5/_8$	$^1/_2$	
$^3/_8$	hinter dem Kolben	$^1/_4$	15	16	8	$^3/_8$	
	vor dem „	$^1/_4$	$15^1/_8$	$15^3/_4$	$7^7/_8$	$^3/_8$	
	hinter dem Kolben . . .	$^1/_4$	$17^3/_4$	$18^1/_2$	$11^1/_4$	$^5/_8$	Rückwärts.
	vor dem „ . . .	$^5/_{16}$	18	18	$11^1/_4$	$^9/_{16}$	
	hinter dem Kolben . . .	$^1/_4$	20	$19^3/_4$	$15^3/_4$	$1^1/_8$	
	vor dem „ . . .	$^5/_{16}$	$19^3/_4$	20	$16^3/_4$	$1^1/_{16}$	

Für den Rückwärtsgang sind zwei beliebige Füllungsgrade genommen, annähernd jedoch bei $^5/_8$ Füllung und $^1/_2$ Füllung.

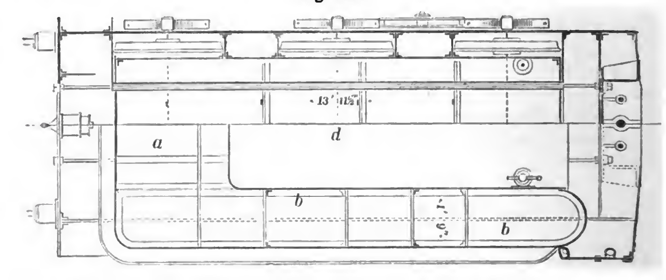
Zoll Durchmesser) liegen ausserhalb vor dem Rahmen (Fig. 386) und sind sonach leicht zugänglich. Der Radstand beträgt 10 Fuss 8 Zoll[1]).

Fig. 384.



Die Wassercisterne *a b b* ist oberhalb des Rahmens in (der gewöhnlichen) Hufeisenform construirt. Unterhalb des Bodens *c c*, welch letzterer dem Raume

Fig. 385.



zur Ablagerung des Brennmaterials (Cokes und Steinkohlen) angehört, ist zwischen den Rahmen noch ein Wasserbehälter angebracht, wodurch man in den Stand gesetzt wird, eine grosse Wassermasse bei verhältnissmäsisg niedrig liegendem Schwerpunkte aufnehmen zu können.

Eine kräftige in unseren Abbildungen weggelassene Bremse wirkt auf vier der vorhandenen Räder, der Wasserinhalt der Cisterne beträgt 312 Cubikfuss engl., der Cokesfassungsraum 126 Cubikfuss.

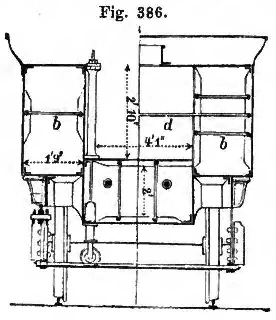
Ohne die mehrfachen werthvollen Details der besprochenen Locomotive sämmtlich beschreiben zu wollen, dürfte dennoch so viel über Räder und Achslager anzuführen sein, als erforderlich ist, um das zu vervollständigen, was S. 263 und 267 über Räder der passiven Eisenbahn-Fuhrwerke (Personen- und Güterwagen) mitgetheilt wurde.

---

1) Der gesammte Radstand von Locomotive und Tender beträgt 33 Fuss $2\frac{1}{4}$ Zoll.

Fig. 387 lässt hierzu eins der $6^1/_2$-füssigen Triebräder unserer Locomotive in der Seitenansicht und Fig. 388 im Verticaldurchschnitte und im Profile erkennen. Mit Ausnahme der gussstählernen Reifen (Tyres) *kk* ist jedes dieser Räder ganz aus Schmiedeeisen gefertigt. Jede der 21 Speichen ist aus zwei Theilen zusammengeschweisst, wovon der eine obere Theil *a* die T-Form hat, dem Theile *b* aber unterwärts eine derartige Keilgestalt *c* gegeben ist, dass durch die Zusammenstellung sämmtlicher Speichen zugleich die Nabe des Rades (von 7 Zoll lichter Weite) gebildet wird.

Fig. 386.



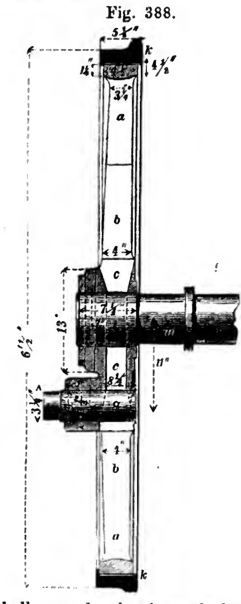
Diese Art der Locomotivradconstruction rührt von Sharps in Manchester her[1]) und wurde wahrscheinlich zuerst

Fig. 387.

1) Heusinger's Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Bd. 13 (1858), S. 8 u. 9 und Rühlmann in den Mittheilungen des hannoverschen Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1867, S. 46.

durch das Cockerill'sche Etablissement auf dem Continente von Europa nachgeahmt [1]).

Fig. 388.



Was schliesslich noch die Construction der Achslager der Trieb- und Kuppelräder betrifft, so erhellt diese aus den Fig. 390, 391 und 392.

Zunächst ist $\alpha\alpha$ das sogenannte Gehänge, welches den Federbügel trägt und dessen Verbindung mit der Feder aus den Figuren 390 u. 391 zu entnehmen ist. $\beta\beta$ ist sodann der schmiedeeiserne Lagerkörper, den man an einer Seite (Fig. 392) mit Messingbacken $\gamma\gamma$ ausgefüttert hat.

---

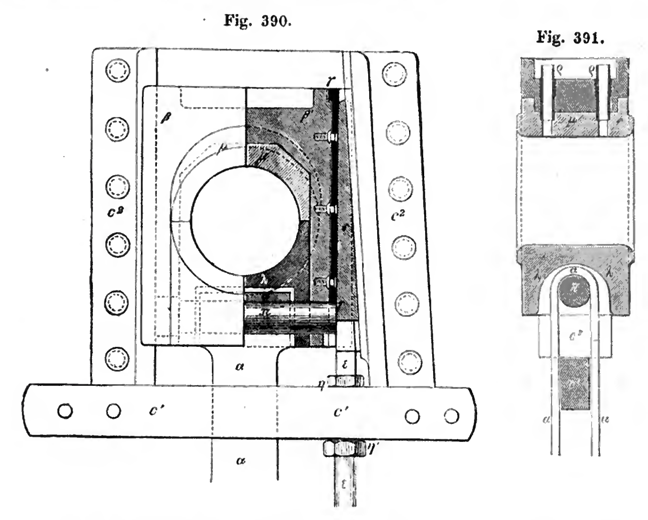
1) Der Herstellungsprocess dieser Räder ist in der genannten Maschinenfabrik folgender: Der erste Act besteht in dem Schmieden der T-förmigen Speichen und Kranztheile a und b, dem als zweiter Act die Schweissung, an den in Fig. 387 durch schräge Linien hervorgehobenen Stellen folgt. Den dritten Act bildet das Zusammenpassen sämmtlicher Speichen in einem geeigneten gusseisernen Schablonenringe (einer kreisförmigen Schale). Sodann folgt als vierter Act das Zusammenschweissen der Nabe, welchen Process man als einen der wichtigsten des ganzen Herstellungsverfahrens betrachtet. Ueber einem besonders angeordneten Heerdfeuer wird das vorher gehörig zusammengepresste Speichensystem abc ausserhalb von der bereits gedachten gusseisernen Schale umfasst, während es nach innen hin (um die Keilstellen c herum) der Schweisshitze ausgesetzt wird. Da die höchstens nur warm gewordene Schale die Ausdehnung von innen nach aussen hindert, so erfolgt lediglich eine Bewegung in umgekehrter Richtung, d. h. von aussen nach innen, und dies zwar derartig, dass die Nabenkeile c sich gleichzeitig in einander pressen und dann durch die Schweisshitze, ohne weitere mechanische Einwirkung, die innigste Verbindung erzeugt wird. Zur vollständigen Bildung des Nabenkörpers werden in Fig. 388 sichtbare Deckscheiben an beiden Seiten vorgeschweisst. Der fünfte Arbeitsact besteht im Zusammenschweissen der Felgen mittelst von zwei Seiten eingesetzter Keilstücke (wie dies oben in Fig. 387 angedeutet ist), wozu man vorher Stösse der Kreuzstücke auf ungefähr $1/2$ Zoll aushaut. Als Nr. 6 erfolgt das Ausbohren der Nabe und Abdrehen der Felgen. Nr. 7 besteht im Aufziehen des Rades auf die 7 Zoll starke Achse mp mittelst der hydraulischen Presse. Nr. 8 Aufziehen des Reifens k im warmen Zustande, den man übrigens noch in der Fig. 389 angegebenen Weise befestigt. Nr. 9 ist endlich dem Abdrehen des Reifens k gewidmet. — Auf die Herstellung des Warzenkörpers q für die Trieb- und Kuppelstangen ist hier nicht weiter Bedacht genommen. Das Gewicht eines solchen Radgestelles, ohne Reif und Achse, beträgt 1412 Pfd.

Fig. 389.

$c^2 c^2$ sind die Achslagerführungsstücke mit dem unteren Schliessstege.

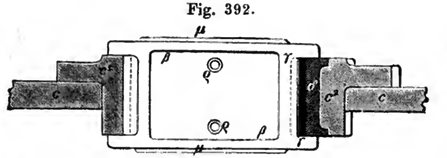
Durch einen cylindrischen Bolzen π steht das Gehänge α mit dem Lager in genauer Verbindung. λ ist die gusseiserne Unterpfanne, μ die (obere) Lagerschale und $\varrho\,\varrho$ (Fig. 391) sind Schmierröhrchen.

Fig. 390. Fig. 391.



Um die Abnutzungen auszugleichen, welche besonders durch den Schub der Lenkstangen veranlasst werden, hat man eine Keilstellung δ (Fig. 392 u. 393) angeordnet.

Fig. 392.



Durch eine am unteren Ende eingehangene Schraube EE kann man mit Hülfe der Muttern $\eta\eta$ die erforderliche Stellung stets leicht ausführen [1]).

Als zweites Beispiel wählen wir die Fig. 393 und 394 abgebildete, von Beyer in Manchester entworfene und für die schwedischen und holländischen Staatsbahnen mehrfach

1) In guter Zeit (noch 1868) kostete eine Locomotive der vorbeschriebenen Art nebst Tender 17300 Thlr. Vorausgesetzt dabei waren Gussstahlachsen und Bandagen (Reifen), sowie auch Lenk- und Kuppelstangen, Kurbelzapfen, Coulissen, Steuerungstheile, ferner Locomotiv- und Tender-Achslager aus Gussstahl. Wie bereits oben angegeben wurde, brachte man eiserne Feuerröhren in Anwendung.

ausgeführte Schnellzug-Locomotive, mit Inside-Cylindern, gekröpfter Triebachse, Innenrahmen u. d. m.

Das Eigenthümliche dieser Maschine besteht ausser den inliegenden Dampfcylindern in ihrer Einfachheit, mechanischen Anordnung (namentlich viel kürzerem Kessel als bei anderen Locomotiven)[1]) und grosser Leistungsfähigkeit in Bezug auf ihr Gewicht.

Fig. 393.

Fig. 394.

1) Während bei der Beyer'schen Schnellzug-Maschine (Firma: C. Beyer, Peacock & Comp., Gorton Foundry, Manchester) die Feuerröhren nur

Ihre Hauptdimensionen sind folgende: Cylinderdurchmesser 15 Zoll englisch, Kolbenhub 20 Zoll, Durchmesser der Triebräder 6 Fuss 2 Zoll, Achsstand 14 Fuss, Kessellänge 9 Fuss 4 Zoll, Durchmesser des Kessels 3 Fuss 9 Zoll (im Lichten), Blechdicke $^9/_{16}$ Zoll. Zahl der (messingenen) Feuerröhren: 183. Länge dieser Röhren 9 Fuss $6^{11}/_{16}$ Zoll. Aeusserer Durchmesser derselben $1^7/_8$ Zoll.

Kupferner Feuerkasten (im Lichten gemessen) 4 Fuss lang, $3^1/_2$ Fuss breit und 4 Fuss 10 Zoll hoch.

Eiserner Feuerkasten (aussen gemessen) 4 Fuss 1 Zoll breit und 6 Fuss 4 Zoll hoch.

Heizfläche des Feuerkastens = 79,02 Quadratfuss
„ der Feuerröhren = 858,58 „
Totale Heizfläche = 937,60 Quadratfuss.

Zur Steuerung wird ebenfalls die Allan'sche Coulisse verwandt.

Die normale Dampfspannung im Kessel ist zu 8 Atmosphären Ueberdruck angenommen.

Die Speisung des Kessels geschieht mittelst eines Injectors und einer Kolbenpumpe. Letztere dient eigentlich nur für Nothfälle.

Die Achsenbelastung erhellt aus nachstehender Tabelle [1]).

	Vorderachse.	Mittelachse.	Hinterachse.	Totalgewicht.
Leer	6 T. 16 Ctnr. 3 Qrs.	8 T. 12 Ctnr. 2 Qrs.	4 T. 19 Ctnr. 2 Qrs.	20 T. 8 Ctnr. 3 Qrs.
Im dienstfähigen Zustande	7 T. 6 Ctnr.	9 T. 17 Ctnr.	5 T. 8 Ctnr.	22 T. 11 Ctnr.

9 Fuss $6^{11}/_{16}$ Zoll engl. oder 2917 Millimeter lang sind, die der dreiachsigen Güterzugmaschine derselben Firma eine Länge von 9 Fuss 10 Zoll oder von 3000 Millimeter besitzen, haben diese bei den anderen in diesem Paragraphen abgebildeten Locomotiven folgende Dimensionen:

11 Fuss $4^1/_8$ Zoll oder 3460 Millimeter Länge bei den von der Lindner vormals G. Egestorff'schen Maschinenfabrik erbauten Schnellzug-Maschinen der Westphälischen Bahn;

11 „ $7^1/_3$ „ oder 3540 Millimeter bei den von A. Borsig erbauten Schnellzug-Maschinen der Rheinischen Eisenbahn;

14 „ $4^1/_2$ „ oder 4384 Millimeter bei den Güterzug-Locomotiven der Esslinger Fabrik für die Odessa-Balta-Bahn;

16 „ $5^1/_2$ „ oder 5030 Millimeter bei den Achtkupplern derselben Fabrik für russische Bergwerksbahnen;

14 „ $7^1/_2$ „ oder 4384 Millimeter bei den Güterzug-Locomotiven des Systems Behne-Kool, der Lindner Fabrik.

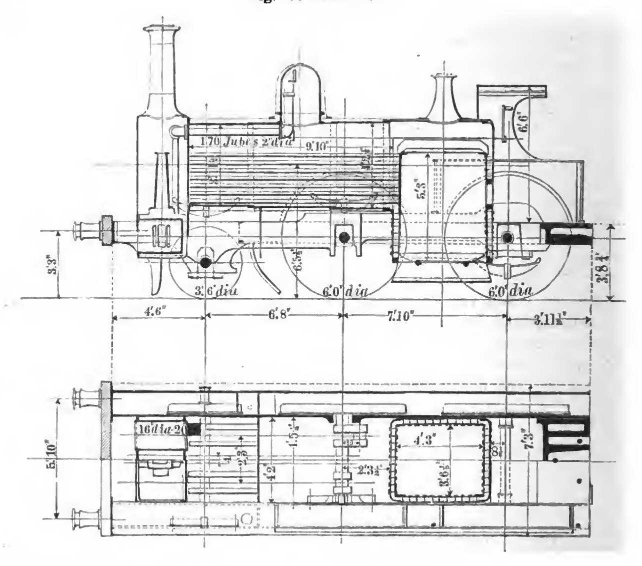
Der seiner Zeit ausgezeichnetste Locomotivenconstructeur Englands, der wackere (Deutsche) Carl Beyer (S. 362, Note 1) gehörte bekanntlich stets zu den Verfechtern verhältnissmässig kurzer Locomotivkessel.

1) Federbalanciers sind nicht vorhanden. Beyer gehörte zu denjenigen

Der Verfasser kann in Bezug auf vorstehende Locomotivgattung, die heute noch in England sehr beliebt, in Deutschland aber fast verlassen ist, und welcher Stephenson's Modell von 1833 (Seite 335, Fig. 289) zum Constructionsprincipe diente, die Bemerkung nicht unterlassen, dass sie für die Betriebsweise der englischen Bahnen heute noch eine vortheilhafte Maschine ist. In England befördert man nämlich verhältnissmässig kleine Züge, rasch auf einander folgend, mit grossen Geschwindigkeiten, was namentlich in Deutschland weniger beliebt und wegen der in der Regel kleineren Zahl der fortzuschaffenden Personen auch nicht durchaus nöthig ist.

Der Güte des Chefingenieurs der Maschinenfabrik Beyer, Peacock & Co. (Gorton Foundry) in Manchester, Herrn H. Lange, verdankt der Verfasser nachstehende schönen Skizzen, Fig. 395 und 396, einer der neuesten Lastzug-Locomotiven dieser berühmten Firma mit Inside-Cylindern und Maassen, die im Folgenden verzeichnet sind:

Fig. 395 und 396.



Ingenieuren, welche isolirte Federn als ausreichend betrachteten, wenn die sonstigen Dispositionen der Maschine richtig gewählt sind. Wir erinnern hierbei an die S. 469 citirte Robinson'sche Abhandlung, welche seitdem in Bulletin de la Soc. d'encouragement, 1867, p. 240 und aus letzterer Quelle in das Polytechn. Centralbl. Jahrgang 1867, S. 961 übergegangen ist.

Cylinderdurchmesser 16 Zoll engl., Kolbenhub 20 Zoll, Triebräder- und Kuppelräder-Durchmesser 6 Fuss. Durchmesser der Laufräder 3 Fuss 6 Zoll.

Langkessel: 4 Fuss Durchmesser (im Mittel), 9 Fuss 10 Zoll lang, mit 170 Messingröhren von 2 Zoll Durchmesser.

Innere Feuerbüchse: 4 Fuss 3 Zoll lang, 3 Fuss $6^1/_8$ Zoll breit und 5 Fuss 3 Zoll hoch.

Heizfläche: { in den Röhren . . . . . 900,0 Quadratfuss,
{ in der Feuerbüchse . . 86,0 „

Total 986 Quadratfuss.

Rostfläche: $14^7/_8$ Quadratfuss.

Gewicht: 29 Tonnen in arbeitsfähigem Zustande.

Fig. 397.

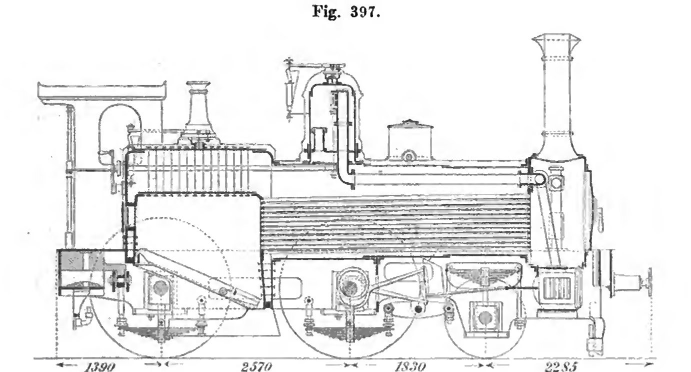


Fig. 398.

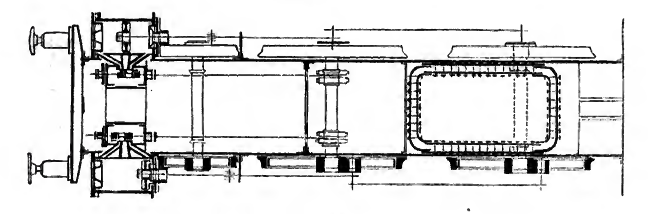


Fig. 397 bis mit 399 sind in $^1/_{72}$ der wahren Grösse gezeichnete Abbildungen der von A. Borsig für die Rheinische Eisenbahn in jüngster Zeit erbauten Schnellzugs-Locomotiven mit 4 gekuppelten Achsen. Die hauptsächlichsten Maasse dieser Maschinen sind folgende:

Cylinderdurchmesser: 17 Zoll engl. – Kolbenhub 22 Zoll engl.

Triebraddurchmesser: 6 Fuss. – Laufraddurchmesser: 3 Fuss 7 Zoll engl.

Achsstand: 4400 Millimeter.

Kessel:				
Aeusserer (eiserner) Feuerkasten		1950	Millim.	lang.
Innerer (kupferner) „	(oben)	1690	„	„
„ „ „	(unten)	1730	„	„
„ „ „	(oben)	1030	„	breit.
„ „ „	(unten)	990	„	„

Cylindrischer Theil { 3440 Millim. lang.
1230 „ grösster innerer Durchm.

Fig. 399.

Zahl der Feuerröhren (von 49 Millim. äusserem Durchmesser): 171.

Länge der Feuerröhren (zwischen den Rohrwänden): 3540 Millim.

Wanddicke dieser Röhren: $2^1/_2$ Millim.[1]).

Heizfläche:

im Feuerkasten . . .	7,0951	Quadratmeter,
in den Röhren	83,6762	„
Total . . .	90,713	Quadratmeter.

Rostfläche (in horizontaler Projection): 1,7127 Quadratmeter.

Dampfspannung (normal): 9 Atmosphären über den äusseren Luftdruck.

Achsenbelastung im betriebsfähigen Zustande:

Triebachse . . .	250	Ctnr.
Kuppelachse . .	250	„
Laufachse . . .	220	„

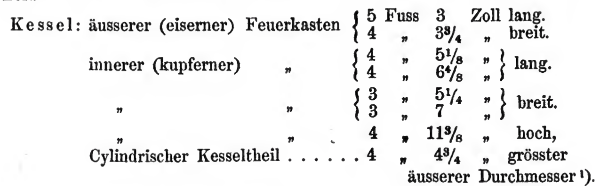
Die bereits erwähnten von der Esslinger Maschinen-Fabrik (Director v. Kessler) für die Odessa-Balta-Elisabethgrod-Bahn (südrussische Staats-Eisenbahn) gelieferten Güterzug-Locomotiven werden durch die Abbildungen Fig. 400 bis 402 (in $^1/_{72}$ wahrer Grösse) repräsentirt, woraus zunächst erhellt, dass sie der allgemeinen Disposition Fig. 4, Tafel A (jedoch mit anderem Platze für den Dom) entsprechen, Aussencylinder und Aussenrahmen besitzen und von den sechs gekuppelten Rädern die hinteren Paare mit Federbalanciers ausgestattet sind. Der gütigen Mittheilung des Herrn von Kessler verdankt der Verfasser nachstehende Constructionsangaben:

---

1) Die betreffenden Blechstärken sind folgende:

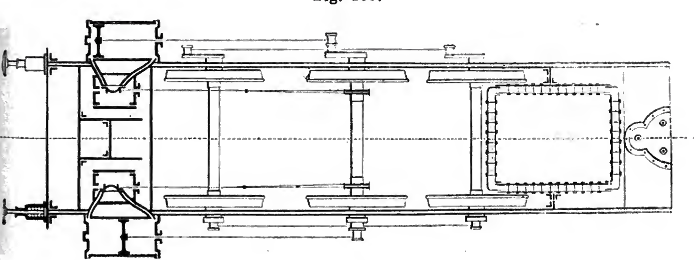
Aeusserer Feuerkasten	16	Millimeter
Cylindrischer Kessel	15	„
Rauchkammerrohrwand	26	„
Feuerkasten (Kupfer)	16	„
Feuerkastenrohrwand	26	„

Cylinderdurchmesser 18 Zoll engl., Kolbenhub 24 Zoll engl.: Durchmesser eines jeden der sechs gekuppelten Räder 4 Fuss $2^1/_2$ Zoll, Radstand 10 Fuss $7^3/_8$ Zoll.



Kessel: äusserer (eiserner) Feuerkasten	5 Fuss 3 Zoll lang.	
	4 „ $3^3/_4$ „ breit.	
innerer (kupferner) „	4 „ $5^1/_8$ „	lang.
	4 „ $6^4/_8$ „	
„ „	3 „ $5^1/_4$ „	breit.
	3 „ 7 „	
„ „	4 „ $11^3/_8$ „ hoch,	
Cylindrischer Kesseltheil	4 „ $4^3/_4$ „ grösster äusserer Durchmesser [1]).	

Fig. 400.



Totallänge von Feuerkasten, Kessel und Rauchkasten 20 Fuss — Zoll.

Feuerröhren: 167 Stück von 2 Zoll engl. äusserem Durchmesser und 14 Fuss $4^1/_2$ Zoll Länge zwischen den Rohrwänden.

Heizfläche des Feuerkastens	85	Quadratfuss engl.
„ der Feuerröhren	1265	„
Totale Heizfläche . .	1350	Quadratfuss engl.

An Rostfläche ist vorhanden $16^1/_4$ Quadratfuss engl.

Der Dampfdom hat 2 Fuss Durchmesser und 3 Fuss Höhe. Der Durchmesser des Schornsteins beträgt $18^1/_8$ Zoll. Zur Verbindung des inneren und äusseren Feuerkastens dienen Stehbolzen von $^{15}/_{16}$ Zoll Durchmesser. Die

---

1) Blechstärken am Kessel und Rauchkasten:

Aeusserer Feuerkasten	$^1/_2$	Zoll engl. stark.
Stirnwand derselben	$^1/_2$	„ „ „
Cylindrischer Kesseltheil	$^1/_2$	„ „ „
Rauchkammerwand	$^7/_8$	„ „ „
Seitenwände des Rauchkastens .	$^1/_2$	„ „ „
Vorderwand	$^3/_8$	„ „ „
Dampfdom	$^5/_8$	„ „ „
Kuppel desselben	$^1/_2$	„ „ „
Innerer kupferner Feuerkasten .	$^9/_{16}$	„ „ „
Innere kupferne Rohrwand . . .	1	„ „ „

Decke des Feuerkastens ist durch 8 angeschrobene Anker gehörig verstärkt

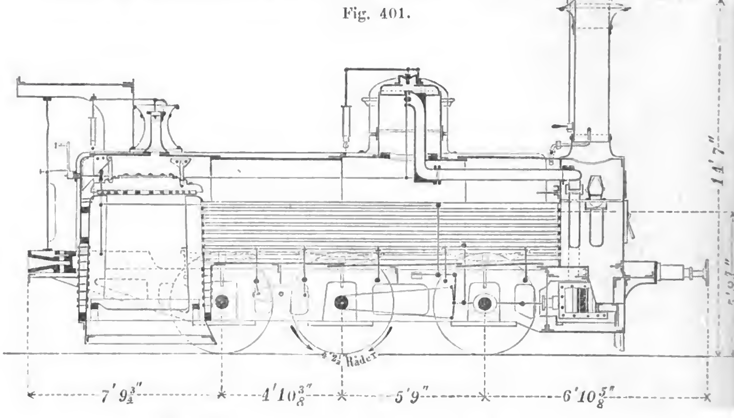


Fig. 401.

Fig. 402.

und letzterer wieder an 4 Punkten an der darüber befindlichen Decke aufgehangen, wie aus der gleichzeitigen Betrachtung von Fig. 401 und 402 hinlänglich erhellt.

Der normale Dampfdruck im Kessel ist zu 120 Pfd. pro Quadratzoll engl. angenommen.

Die Zuführung des Speisewassers wird durch zwei Injectoren bewirkt. Eine Kolbenpumpe ist nicht vorhanden.

Das Gewicht der Locomotive beträgt:

leer 29 Tonnen,

gefüllt 32²/₃ Tonnen[1]).

Auf Bitte des Verfassers hatte Herr von Kessler die Güte (unterm 6. April 1877) nachfolgende drei schöne Skizzen, Fig. 403 bis 405 (¹/₇₅ wahrer Grösse), einer für Russland gebauten Lastzugs-Locomotive für die zweite Auflage dieses Bandes zu senden und zwar unter Beifügung grosser Werkzeichnun-

1) Gegen Ende des Jahres 1866 hatte Esslingen für die gedachte russische Staatsbahn bereits 18 dieser Locomotiven geliefert und waren damals noch 27 andere Maschinen derselben Construction im Bau begriffen.

Der Verfasser bedauert recht aufrichtig, nur den Studirenden der Hannoverschen Polyt. Schule und nicht allen Lesern seines Buches die schöne Sammlung grosser Photographien von Locomotiven der Esslinger Fabrik vorführen zu können, welche Herr v. Kessler demselben vor Kurzem zum Geschenke machte.

gen und schöner Photographien, wofür ich und zugleich im Namen der Ver-

Fig. 403.

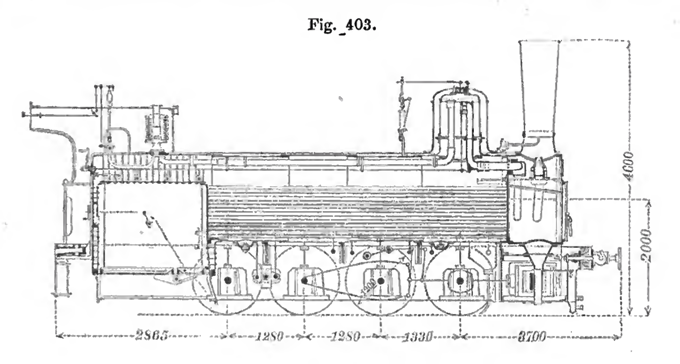
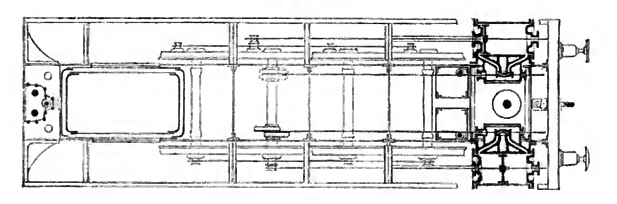


Fig. 404.



Unter diesen Abbildungen befindet sich u. A. auch die einer schweren Güterzug-Locomotive der Würtenbergischen Staatseisenbahn, deren Disposition (drei Paar gekuppelte Räder, sämmtliche Achsen zwischen Feuer- und Rauchkasten placirt, Aussencylinder etc.) oben beschriebener Maschine Fig. 400 bis 402 gleicht, jedoch folgende abweichende Dimensionen hat: Cylinderdurchmesser 19 Zoll engl., Kolbenhub 24 Zoll, Räderdurchmesser $4\,^1/_2$ Fuss. Totale Heizfläche 1658 Quadratfuss. Gewicht der Locomotive: leer 33 Tonnen, gefüllt 36 Tonnen. Eine zweite Photographie ist einer Locomotive für die Livorneser Eisenbahn-Gesellschaft (Linie Florenz-Livorno und Florenz-Rom) entnommen, die der Achsendisposition Fig. 14, Tafel C entspricht, deren sonstige Construction der Esslinger Fabrik selbst überlassen wurde, die für Personen- und leichten Güterverkehr bestimmt ist und deren Hauptdimensionen sind: 17 Zoll engl. Cylinderdurchmesser, 22 Zoll Hub, $5\,^1/_2$ Fuss Durchmesser der vier gekuppelten Räder, 1218 Quadratfuss totale Heizfläche. Eine dritte Photographie zeigt eine Locomotive der (dänischen) Seeländischen Eisenbahn, wobei die Achsendisposition der Skizze Fig. 1, Tafel B. entspricht, die Cylinder 15 Zoll Durchmesser haben und der Kolbenhub 24 Zoll beträgt. Die vier gekuppelten Räder haben $5\,^1/_2$ Fuss Durchmesser. Das Gewicht der Maschine wird leer zu $25\,^3/_4$ Tonnen angegeben.

waltung des königlichen Polytechnikums in Hannover meinen besonderen Dank hier auszudrücken für Pflicht halte[1]).

Die wesentlichsten Maasse, Gewichte etc. dieses schönen Achtkupplers sind folgende:

Cylinder	Durchmesser	0,500	Meter.
	Hub	0,650	„
Triebräder	Durchmesser	1,200	„
	Belastung hinten	11,25	Tons.
	dito	11,60	„
	dito	11,45	„
	dito	11,45	„
Radstand		3,890	Meter.
Rost	Länge	1,850	„
	Breite	1,040	„
	Fläche	1,924	Quadratmeter.
Feuerbüchse	Länge	1,800/1,850	Meter.
	Breite	1,110/1,040	„
	Höhe	1,550	„
	Heizfläche	9,63	Quadratmeter.
Siederöhren	Anzahl	212	
	Durchmesser	0,051	Meter.
	Länge	5,030	„
	Heizfläche aussen	170,85	Quadratmeter.
	Heizfläche innen	154,10	„
Heizfläche, gesammt	aussen	180,48	Quadratmeter.
	innen	163,73	„
Ueberdruck im Kessel		= 9	Atmosphären.
Gewicht der Maschine	leer	39,25	Tons.
	Dienst	45,75	„
Tender	Wasserraum	11,5	Tons.
	Coaksraum	5,5	„
	leer	10,75	„
	Gewicht Dienst	27,75	„
	Durchmesser der Räder	1,010	Meter.

Die Abbildungen Fig. 406 bis 408 (in $1/_{88}$ wahrer Grösse) zeigen die siebente der hier specieller zu besprechenden Locomotiven, nämlich die bereits S. 399 erwähnte schwere Güter-Locomotive des deutschen Ingenieurs Behne, deren Anordnung gewöhnlich unter der Benennung „System Behne-Kool“ [2]) aufgeführt wird.

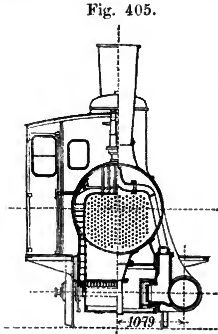
---

1) Die in Fig. 403 eingeschriebenen Maasse sind Millimeter.

2) Der jetzt in Harburg als Eisengissereibesitzer und Maschinenfabrikant etablirte Ingenieur A. Behne (ein ehemaliger Zögling der Hannoverschen Polytechn.

Es erinnert diese Maschine zunächst an das System Engerth hinsichtlich des hinterwärts über das Radgestell hinaus verlängerten, weit überhängenden und durch die vordere Tenderachse gestützten Feuerkastens, unterscheidet sich jedoch von den Engerth'schen Maschinen dadurch, dass niemals beabsichtigt wurde, das Tendergewicht zur Vergrösserung der Locomotivradadhäsion zu benutzen, ferner unterscheidet sie sich durch mehrfache neue Details, ganz besonders aber durch einen wesentlich verlängerten Feuerkasten, wobei drei getrennte schräg liegende Roste in Anwendung kommen, deren Stäbe so eng zusammen liegen, dass nicht nur ungesiebte Grubenkohle, sondern auch Kohlenklein als Feuerungsmaterial zweckmässig verwandt werden können und überdies eine möglichst vollständige Verbrennung stattfindet [1]).

Fig. 405.



Das zu unseren Abbildungen gewählte Locomotivenexemplar ist aus der vormaligen G. Egestorff'schen Maschinenfabrik in Linden vor Hannover hervorgegangen und läuft jetzt im Dienste der Braunschweigischen Eisenbahnverwaltung unter dem Namen „Teufelsmauer" als schwere Lastzug-Locomotive mit Erfolg auf den Bahnstrecken Kreiensen-Holzminden und Braunschweig-Oschersleben.

Wie überdies aus Fig. 407 und 408 erhellt, hat die Locomotive drei gekuppelte Achsen, Aussencylinder und Innenrahmen.

Schule) veröffentlichte bereits 1863 im Heusinger'schen Organe, Bd. 18, S. 226, eine Verwahrung gegen die unrechtmässige Bezeichnung seines Locomotivensytems als System Belpaire, wie dies namentlich in Belgien zu geschehen pflegt. Behne verband sich bereits 1857 mit dem holländischen Maschinen-Oberingenieur Kool zur Patentnahme auf das nach ihnen benannte System in verschiedenen Ländern. Sammann in seinem Berichte über die Locomotiven der Londoner internationalen Ausstellung vom Jahre 1862 (Amtlicher Bericht u. s. w., Heft 17, Classe 5, S. 471) hebt beim Besprechen der vom belgischen Ingenieur Belpaire construirten Güterzug-Locomotive der Actiengesellschaft von Marcinelle und Couillet ebenfalls hervor, dass die Priorität der Belpaire'schen Feuerkastenconstruction dem deutschen Ingenieur A. Behne zukomme.

1) Ausführlich bespricht das Locomotivsystem Behne und Kool der Maschinen-Ingenieur Blenkinsop in Braunschweig in Heusinger's Organ u. s. w., Bd. 17 (1862), S. 9. Herr Blenkinsop hatte die Güte, dem Verfasser eine durch Lithographie vervielfältigte Schrift zuzustellen, deren Titel lautet: Zusammenstellung der gesammten Locomotiven der Braunschweigischen Eisenbahngesellschaft, nach dem Bestande von 1874.

Hiernach besitzt die Bahn nicht weniger als 38 Lastzuglocomotiven des Systems Behne-Kool, mit 3 gekuppelten Achsen und 27 Locomotiven desselben Systems mit 2 gekuppelten Achsen. Letztere haben Cylinder von $0^{m},43$ Durchmesser, Kolbenhub $0^{m},61$ und einen Achsstand $= 2^{m},36$.

Ihre wichtigeren Dimensionen sind folgende: Cylinderdurchmesser 18 Zoll engl. ($0^m,46$), Kolbenhub 26 Zoll ($0^m,66$), Durchmesser der Triebräder 4 Fuss 6 Zoll ($1^m,37$), Achsstand 11 Fuss 3 Zoll ($3^m,44$).

Fig. 406.

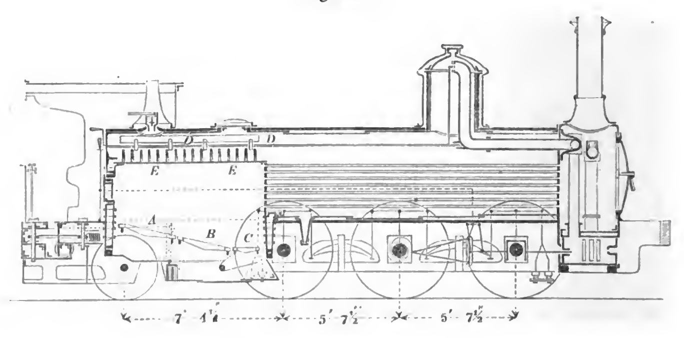
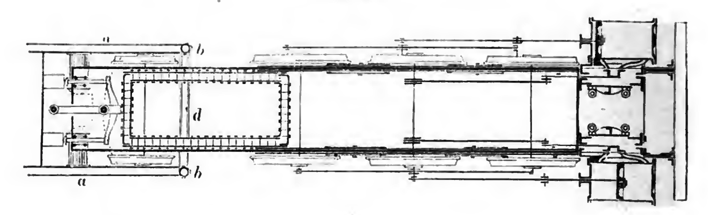


Fig. 407.



Kessel	innerer (kupferner) Feuerkasten	.... 6 Fuss $11^1/_4$ Zoll lang,
	„ „ „	.... 4 „ $10^1/_4$ „ hoch,
	„ „ „	3 Fuss $3^3/_4$ Zoll und $3^1/_2$ Fuss weit,
	äusserer (eiserner) „	.... 6 Fuss $3^1/_{16}$ Zoll hoch.

Die Decke *EE* des inneren Feuerkastens ist durch 16 Queranker verstärkt und letzterer wieder an 8 Stellen durch Gehänge *D* mit den Scheitelstellen des äusseren Feuerkastens verbunden.

Der gesammte Feuerrost ist dreitheilig, indem *A* (Fig. 406) den Vorverbrennungsrost, *B* den Nachverbrennungsrost und *C* den Schlackenrost bildet und wobei letzterer beweglich gemacht, d. h. zum Umkippen eingerichtet ist. Die totale Rostfläche beträgt 22 Quadratfuss engl.

Der cylindrische Kesseltheil hat 4 Fuss $1^1/_2$ Zoll Durchmesser und umschliesst 181 Stück messingene Feuerröhren von $1^7/_8$ Zoll Durchmesser und 14 Fuss $8^1/_2$ Zoll Länge.

Die Heizfläche des Feuerkastens beträgt	97	Quadratfuss engl.
„ „ der Feuerröhren „	1299	„ „
Daher die Totalheizfläche	1396	Quadratfuss engl.

Fig. 408.

Für den normalen Zustand der Maschine wird eine Dampfspannung von $6^2/_3$ Atmosphären Ueberdruck vorausgesetzt. Die Coulissensteuerung ist die Allan'sche.

Die Verbindung des Tenders mit der Maschine ist in folgender, eigenthümlicher Weise angeordnet, wozu das Verständniss durch die im grösseren Massstabe ($^1/_{24}$ der Wirklichkeit) gezeichneten Detailfiguren 409 bis 411 erleichtert werden wird.

Dabei bezeichnet *aa* den Tenderrahmen. Aus letzteren treten an beiden der Maschine zugekehrten Enden Kugelzapfen *bb* hervor, um gehörig bewegliche Gehänge *bc* (Fig. 410 und 411) aufnehmen zu können.

Unterwärts stehen diese Gehänge entsprechend mit einem Blechrahmen oder einer Doppelschiene (Traverse) *d* in Verbindung, welche unter dem Feuerkasten an einer Stelle befestigt ist, die man am besten aus Fig. 411 erkennt. Hiernach hängt das nicht unterstützte Gewicht des Feuerkastens an den Schienen *cc* und mittelst dieser an den Tenderrahmen *a*, der wieder durch die erste Tenderachse gestützt wird.

Ausserdem hat man Maschine und Tender in gewöhnlicher Weise verkuppelt. Dies erhellt besonders aus den Detailfiguren 409 und 410, wo die Kuppelkette mit *h*, der Locomotiv-Kuppelbolzen mit *i* und der des Tenders mit *k* bezeichnet ist. Durch die Buchstaben *pp* ist in Fig. 410 die sogenannte Nothkuppelung kenntlich gemacht.

Nach Versicherung der Betriebs-Ingenieure[1]) soll das Abhängen des Tenders von der Maschine keine Schwierigkeiten verursachen, indem zur Lösung der Gelenkhängeeisen *bc* die erste Tenderachse durch Nachlassen ihrer Tragfeder nur etwas entlastet zu werden braucht und das Herausziehen eines Bolzens auf jeder Seite der Gehänge *bc* erforderlich ist.

Eine andere Eigenthümlichkeit findet sich ferner in der Bufferanordnung, um sowohl Längen- als Querstösse möglichst unschädlich zu machen[2]).

---

1) Heusinger's Organ, Bd. 17 (1862), S. 14.

2) In einer mir durch die Güte des Herrn Behne zugegangenen Broschüre, betitelt: Beschreibung des Locomotivsystems Behne u. Kool, Lüneburg 1861, wird S. 7 hinsichtlich der Querbuffer Folgendes bemerkt: „Ohne diese Anordnung würde das Beharrungsvermögen der sich bewegenden überhängenden Masse des Feuerkastens eventuell ein Hinausschleudern der Maschine aus dem Bahngleise möglich machen können; sowie in den meisten Fällen nachtheilig auf die Abnutzung der Borde der Radreifen wirken; sie hat ferner den Zweck, dass der

Ersteren wirkt das in Fig. 409 ohne Weiteres verständliche (gewöhnliche) Federbuffer-System *ql* entgegen. Letzteren werden Querbuffer *m* (ähnlich dem

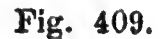
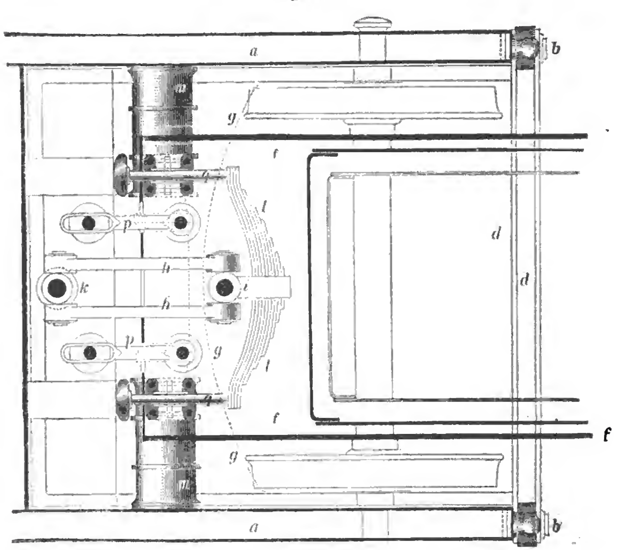


Fig. 409.



S. 256 gezeichneten) entgegengestellt, welche (Fig. 409 und 410) am Tenderrahmen *aa* befestigt sind und mit ihren freien Enden gegen einen besonderen Rahmen *ff* aus starkem Eissenblech stossen, der, wie aus Fig. 409 erhellt, den Feuerkasten umgiebt und mit den beiden Locomotivrahmen in derartig fester Verbindung steht, dass er als Verlängerung und Fortsetzung derselben um den Feuerkasten und hinter demselben auftritt.

Von den sonstigen Theilen der Detailfiguren dürfte erforderlich sein zu bemerken, dass *f'* (Fig 410) die Plattform der Locomotive bezeichnet, die (nach Fig. 411) über den vorderen Theil des Tenderrahmens *aa* hinweggeht. Ferner

---

durch Stoss oder aus irgend einem Umstande gespanntere Buffer die Maschine in ihre anfängliche Lage zurückzubringen wirkt und somit wenigere lebhafte Schwankungen beim Uebergange in Curven verursacht werden. — Sie erzielt die Curvenbefahrung, wobei die Buffer für schwache Curven als Differenzialbuffer, für stärkere Curven als Führungs- oder Spannbuffer angeordnet werden und wobei der nothwendige Spielraum der Radreifenborde der Mittel- und Hinterachse der Maschine nicht ausser Acht gelassen werden darf."

ist in Fig. 410 mit dem Buchstaben *g* ein Blech bezeichnet, welches eine Querverbindung der Tenderrahmen *aa* bildet.

Fig. 410.

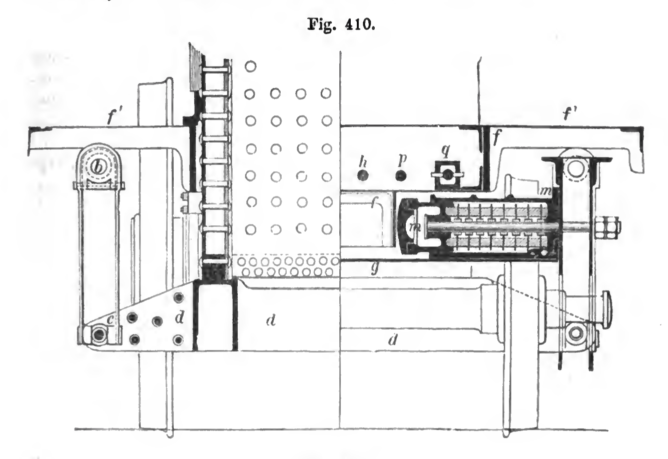
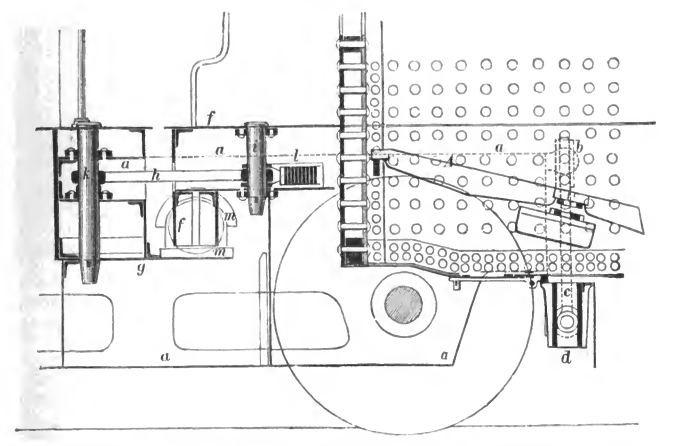


Fig. 411.



Einen besonderen Werth legen die Herren Behne und Kool noch auf die Anordnung des beweglichen Federsystems der Locomotive, zur Erzielung der möglichst gleichmässigen Radbelastung, welches im Allgemeinen der Fig. 11

Tafel E gezeichneten Anordnung entspricht, deren Seite 475 und 477 gerügte Nachtheile hier dadurch unschädlich gemacht sind, dass man bei beiden Balancierenden jeder Seite das Langfedersystem mit vertical gestellten am Maschinenrahmen befestigten Schneckenfedern (Fig 201 und 202, S. 219) so in Verbindung gebracht hat, wie in Fig. 406 in punktirten Linien hinlänglich angedeutet ist. Die vorher erörterte Gewichtsaufnahme durch den Tender muss mit dieser Anordnung des Federsystems als in integrirender Verbindung stehend betrachtet werden.

Die Belastung der gekuppelten Locomotivachsen beträgt 690 Ctnr.

Das Gewicht der Maschine in fahrbarem Zustande ist 800 Ctnr. Das Gewicht des Tenders 400 Ctnr.

Geliefert werden derartige Locomotiven nebst Tender von der G. Egestorff'schen Maschinenfabrik seiner Zeit für den Preis von 23550 Thlr., dabei Gussstahlachsen und Bandagen (Reifen) für Locomotive und Tender, sowie messingene Feuerröhren vorausgesetzt.

Nach gütiger Mittheilung des Herrn Baurath Scheffler in Braunschweig hat die Maschine „Teufelsmauer" (nach dem Systeme Behne-Kool) im (ganzen) Jahre 1866 folgende Betriebsresultate geliefert.

Durchfahrene deutsche Meilen.	Beförderte Achsmeilen [1]).	Durchschnittliche Stärke der Züge in Achsen.	Kohlenverbrauch in Centnern.	Kohlenverbrauch pro Bahnmeile in Pfunden.	Kohlenverbrauch pro Achsmeile in Pfunden.	Beförderte Centnermeilen [2]). In den Zügen.	Beförderte Centnermeilen [2]). Von Maschine und Tender.	Beförderte Centnermeilen [2]). In Summa.	Kohlenverbrauch in Pfunden pro 1000 Centnermeilen des Totalgewichtes von Zug und Maschine.	Durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit der Züge ausschliesslich der Aufenthalte auf den Stationen in deutschen Meilen pro Stunde.
5196,6	549633	105,8	13367	257	2,43	49466970	6235920	55702890	24,0	3,25

Als Maximalleistung bei nicht zu ungünstigem Wetter wird bezeichnet, dass die Maschine auf einer Steigung von $^1/_{80}$, deren Länge 1,98 deutsche

1) Achsmeile heisst eine Achse (beladen oder unbeladen) eine Meile weit gefahren.

2) Centnermeile heisst einen Centner eine Meile weit fortgeschafft. Beiläufig erwähnt werde noch (für weiter unten folgende Angaben), dass man in ähnlicher Weise von einer Locomotivmeile spricht, wenn sich eine Locomotive durch den Raum einer Meile bewegt hat.

Meilen betrug, zwischen Holzminden und Stadtoldendorf, 40 Achsen beladener Kohlenwagen und einen Vorläufer, in Summa 43 Achsen, mit der Gesammtbelastung von 6550 Ctnr. hinaufzog und dazu 45 Minuten Fahrzeit gebrauchte.

Als achtes Beispiel besonders beachtenswerther, neuerer Eisenbahnlocomotiven dient dem Verfasser die schöne sechsrädrige, für die Berlin-Hamburger Eisenbahn bestimmte Tender-Locomotive (Nord), welche die Berliner Maschinenbau-Actiengesellschaft (vormals Schwartzkopf) zur Wiener Weltausstellung von 1873 gesandt hatte[1]). Nachstehende Skizzen (Fig. 412 bis Fig. 414) dieser Maschine sind dem englischen Journale „Engineering“ vom 19. September 1873, S. 225 entnommen[2]).

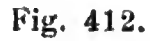
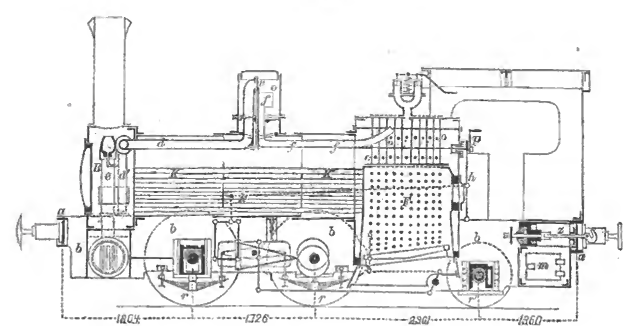


Fig. 412.



Wie namentlich aus den Figuren 413 und 414 erhellt, gehört diese Locomotive zur Gattung „Aussencylinder“ und „Innenrahmen“. Ausserdem ist die Maschine ein „Vierkuppler“, dessen Achsendisposition der Anordnung 6 Tafel A entspricht. Die Hinterachse (als Laufachse) ist mit verbesserten Adam'schen Radialbüchsen (S. 237) ausgestattet. Auf letztere Anordnung kommen wir nachher speciell zurück und bemerken deshalb hinsichtlich der allgemeinen Anordnung der Maschine Folgendes.

---

1) Der Verfasser verdankt dem Geh. Comerzrath H. Schwartzkopf eine Sammlung von nicht weniger als 36 schönen photographischen Abbildungen verschiedener von der Firma ausgeführter Locomotiven, die bereits dies Jahr in den Vorträgen am Königl. Polytechnicum zu Hannover benutzt wurden und eine ergänzende Zierde der an letztgenannter Hochschule bereits vorhandenen grossen photographischen Abbildungen von Locomotiven bilden.

2) Wegen Specialitäten dieser Locomotive sehe man namentlich auch Schaltenbrand's Werk „Die Locomotiven“, S. 123 etc. und Wöhler's Abhandlung im Berichte der deutschen Commission über die Wiener Weltausstellung vom Jahre 1873, Bd. III, S. 270.

Die Dampfmaschinencylinder c haben $16\frac{1}{2}$ Zoll engl. (= 0^m,42) Durchmesser, die Kolben 22 Zoll (= 0^m,559) Hub, während der Durchmesser der

Fig. 413.

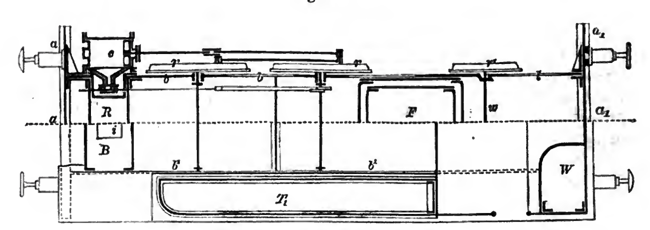
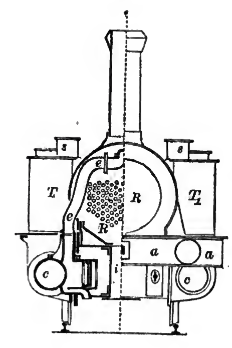


Fig. 414.



Triebräder $b = 4\frac{1}{2}$ Fuss englisch (= 1^m,37) und die der Laufräder $r_1 = 3$ Fuss (= 0^m, 915) beträgt. Der Total-Achsstand ist nach dem Engineering Fig. 414 = 4027 Millimeter (nach den Daten auf der unten erwähnten schönen Photographie aber nur 3714 Millimeter).

Zur Dampfvertheilung in die Cylinder c hat man Canalschieber (S. 433) angebracht, welche durch Allan'sche Coulissensteuerung (S. 382) mit gekreuzten Stangen in Bewegung gesetzt werden.

Der Kessel der Maschine hat eine innere kupferne Feuerbüchse F mit flacher Decke, welche in $10 \times 8 = 80$ Ankern oo an die ebenfalls flache äussere Decke der äusseren (eisernen) Feuerkiste aufgehangen ist. Ausserdem sind noch 15 Queranker zur Verbindung der Seitenwände vorhanden, wie dies in Fig. 412 angedeutet ist.

Die innere Feuerbüchse hat eine			
	lichte Länge oben und unten	1229 mm	und 1327 mm
	Breite oben u. unten	1007 „	„ 955 „
	Höhe vorn u. hinten	1455 „	„ 1305 „

Der cylindrische Kessel KR hat einen Durchmesser von 1150 mm und eine Länge von 3060 mm.

Die Anzahl der Feuerrohre beträgt 156, ihr äusserer Durchmesser 49 mm.

Heizflächen		
Feuerbüchse	6,5	Quadratmeter
Röhren	67,9	„
	Total 74,4	Quadratmeter.

Dampfüberdruck = 8,92 Kilogramm pro Quadratcentimeter.

Die Achsenbelastung bei gefüllter Maschine ist folgende:

Vorderachse	13050	Kilogramm
Mittelachse	13050	„
Hinterachse (Laufachse) . .	9050	„
Totalgewicht	35150	„
Adhäsionsgewicht	26100	„

Die Wasserkästen T und T_1 stehen zu beiden Seiten des Kessels auf der Plattform und schliessen sich fest an die Umwandung des Führerstandes an. Die Kohlenkästen W (Fig. 413) stehen an der Rückwand des Führerstandes zu beiden Seiten desselben. Die Wasserkästen haben einen Hohlraum von 37 Cubikmetern. Die Kohlenkästen fassen ein Durchschnittsgewicht von 525 Kilogramm Steinkohlen.

Sonstige durch Buchstaben markirte Theile der Figuren 412, 413 und 414 verstehen sich fast von selbst, weshalb nur noch auf folgende Details aufmerksam gemacht werden mag [1]).

Ein Rohr f führt den gebildeten Wasserdampf dem im Dome O aufrecht stehenden sogenannten Regulator zu. Die Anordnung des letzteren ist die gewöhnliche; seine Bewegung erfolgt mittelst einer Kurbel p (am Führerstande), durch eine lang durch den Kessel laufende Drehachse. Die Rohre d und d_1 lassen schliesslich den gebildeten Wasserdampf in den Schieberkasten der Maschine gelangen. Der Abdampf tritt in den Canälen ee durch eine unveränderliche Blasrohrdüse in den Schornstein.

Die zur Bewegung (Hebung oder Senkung) der Allan'schen Coulisse gehörigen Theile sind durch die Buchstaben h und k angedeutet, während (unterwärts) zwischen den Laufrädern r_1 und den (mittlern) Haupttriebrädern r Hebel, Zugstangen etc. angedeutet sind, welche zu einer (neueren) Exter-schen Bremsanordnung gehören, deren Backen gegen die beiden Seiten der Haupttriebräder wirksam gemacht werden können.

Diese Bremse ist in den Theilen, welche die Uebertragung der Bewegung vom Führerstande aus zu den Bremsbacken vermitteln (bestehend aus Kniehebel, Gegengewicht, verticaler Schraubenspindel, Zugstangen etc. etc.) zwar an sich nicht neu, jedoch immerhin in der Art der Combination dieser Organe und verdiente daher eine allgemeinere Verwendung (als Locomotivbremse), als dies zur Zeit der Fall zu sein scheint. Specialitäten dieser Exter'schen Bremse finden sich (nebst Abbildungen) in den unten [2]) notirten Quellen.

Es verbleibt uns jetzt noch die vorher zugesagte Erörterung der verbesserten Adam'schen Radialachsbüchsen (an den Laufrädern $r_1 r_1$) dieser Lo-

---

1) Hinsichtlich dieser Details muss sich der Verfasser nur auf das Allernothwendigste beschränken und wiederholt bemerken, dass vorstehende Skizzen nur durch das Studium der benutzten Quellen (namentlich des Engineerings) in allen Theilen verständlich werden können.

2) Lochner (Obermaschinenmeister der thüringischen Eisenbahn) in Heusinger's Handbuche etc. Bd. III, S. 765 und Schaltenbrand „Die Locomotiven“, S. 128. (An beiden Stellen mit Abbildungen begleitet.) In Bezug auf Literaturangaben des Gegenstandes ist überdies noch auf Schaltenbrand (a. a. O., S. 529) aufmerksam zu machen.

comotiven, wozu die Detailskizzen Fig. 415 und 416 zum Verständniss dienen werden.

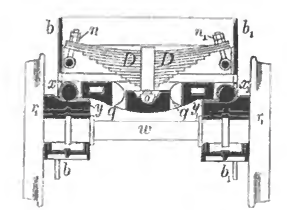


Fig. 415.

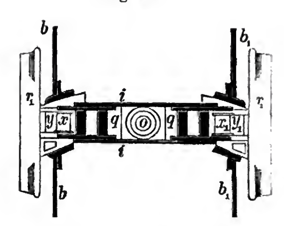


Fig. 416.

Das Gewicht (die Last) des Rahmens $b b_1$ hängt mittelst der beiden Schrauben n und n_1 an der kräftigen Feder $D D$, welche letztere wieder die gedachte Last, vermittelst des Kugelzapfens O, auf das Lagerstück (die Traverse) $q q$ überträgt. Letzteres ist zwischen zwei Blechen befestigt, die an ihren Enden mit Rollen x und x_1 (aus hartem Stahl) versehen sind. Diese Rollen pressen gegen Stahlsättel $y_1 y_1$, die endlich den betreffenden Druck auf die Achsbüchsen übertragen. Damit nun die Achse w (Fig. 415) bei jeder seitlichen Verschiebung gezwungen wird, sich in der Richtung des Radius derjenigen Eisenbahncurve einzustellen, welche von der Locomotive befahren werden soll, hat man die äusseren Flächen der Achsbüchsen, sowie die inneren Achsgabeln nach einem Kreisbogen von 1667 Millimeter Radius gekrümmt. Dabei verschieben sich die Lager seitlich, wobei sie die Rollen $x x_1$ mit der Traverse $q q$ heben, beziehungsweise die Feder D spannen, die Traverse q um den Kugelzapfen o der Federhülse drehen etc. etc. Ausführlicher beschrieben und erörtert in der unten notirten Quelle [1]).

Als neuntes Beispiel ausgeführter, speciell zu besprechender, besonders bemerkenswerther Eisenbahnlocomotiven der Gegenwart, wählte der Verfasser die, bereits S. 445 (Note 2) notirte Tender-Bergbahn-Locomotive der Maschinenfabrik Krauss & Comp. in München, welche mit grossem Erfolge beim Betriebe der Uetlibergbahn [2]) benutzt wird. [3])

---

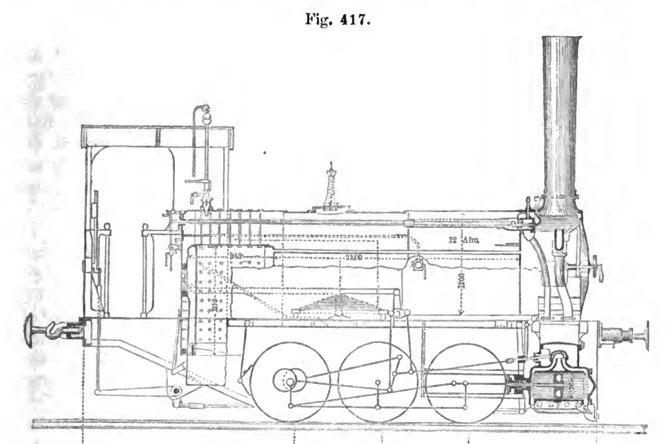
1) Schaltenbrand „Die Locomotiven", S. 124 mit Abbildungen auf Tafel XX.

2) Der Uetliberg liegt 460 Meter über dem Züricher See und 868 Meter über dem Meere. Die etwas auf Umwegen gehende Eisenbahn hat 9176 Meter Länge und dabei Curven bis zu 150 Meter Radius herab. Die Steigungen variiren von 20 bis 70 pro Mille, so dass die kleinste Steigung $\frac{1}{14^2/_7}$ ist. Ausführlich hierüber handelt die Schrift des Ingenieurs Tobler in Zürich: „Die Uetli-Bergbahn etc. und Bergbahn-Locomotiven mit einfacher Adhäsion." Zürich 1876, Füssli's & Comp. Verlag.

3) Herr Director Krauss hatte die Güte, die Benutzung von Zeichnungen und Text der Tobler'schen Abhandlung für den Verfasser zu erwirken.

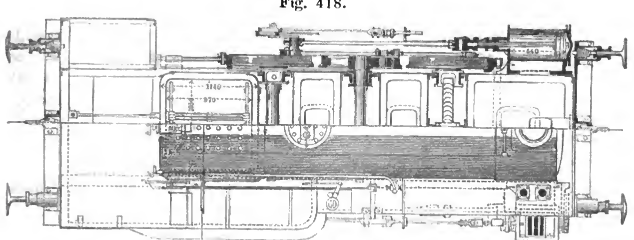
Wie aus nachstehenden Skizzen Fig. 417 und 418 erhellt, haben diese Locomotiven **drei** gekuppelte Achsen zwischen Feuer- und Rauchkiste. Die Rahmen liegen innerhalb der Räder, die horizontalen Dampfcylinder und die

Fig. 417.



Steuerung sind aussenliegend. Auf den eigenthümlichen, **kastenförmigen** Rahmenbau wurde bereits S. 445 aufmerksam gemacht.

Fig. 418.



Die vorzüglichsten Maasse und Gewichte sind folgende: Cylinderdurchmesser = 320 mm, Kolbenhub = 540mm, Triebraddurchmesser = 910mm, grösster Achsenstand = 3000mm, Durchmesser des cylindrischen Kessels = 1200mm, Länge desselben = 2800mm.

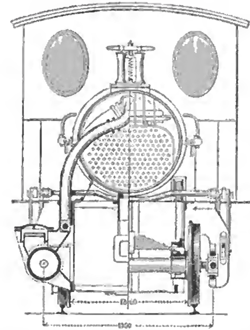
Heizfläche der kupfernen Feuerkiste	= 4,96	□-Meter
Heizfläche der eisernen Feuerröhren (von 44mm äusserem Durchmesser	= 67,35	„
Totale Heizfläche	= 72,30	„
Rostfläche	= 1,0	„

Gewicht der Maschine leer 19 Tonnen

" " " im Dienst 24 bis 25 Tonnen[1]).

Beachtenswerth sind noch folgende Angaben in der hier überall benutzten Tobler'schen Schrift:

Fig. 419.



Die Auflage des Kessels findet in drei Punkten statt; Mittel- und Hinter-Achse haben zwei gemeinschaftliche Langfedern, welche direct auf den Federstützen der Achsen ruhen und in deren Mitte der Rahmen aufgehängt ist; der Vordertheil der Maschine ruht auf einer Querfeder, die mit ihren Enden auf den Achsbüchsen liegt und in der Mitte die Maschine stützt. Die Unebenheiten der Bahn, so wie die Veränderungen der Federn können somit keinen erheblichen Einfluss auf die Belastung der einzelnen Achsen und Räder ausüben. Die etwas mehr belastete Hinterachse dient als Triebachse und gestattet eine grosse Länge der Lenkstange. Die kleinen Räder und der kurze Achsstand gestatten das Befahren von Curven mit kleinen Krümmungshalbmessern.

Die Hemmung der Locomotive bei der Thalfahrt wird (wie bei den Locomotiven der Rigi-Zahnstangen-Bahn S. 421) durch comprimirte Luft bewirkt[2]). Ausserdem sind die Maschinen noch mit Rad-Backenbremsen ausgestattet, deren Stahlgussbacken auf die Vorder- und Hinterräder wirken. Behufs Vermehrung der Adhäsion hat man die Locomotiven mit einer besonderen Vorrichtung zum Reinigen der Schienen versehen, mittelst welcher diese entweder durch einen Strahl heissen Kesselwassers, oder durch die vorhandenen Injecteure bespritzt und abgewaschen werden können. Reingewaschene Eisenbahnschienen zeigen nämlich eine beinahe ebenso grosse Adhäsion als ganz trockene.

Da die Locomotiven nicht gewendet werden, so ist zum Schutze des Maschinenpersonals der Führerstand sowohl an der hinteren, wie an der vorderen Seite geschlossen, mit Fenstern versehen etc., und nur an den seitlichen Eingängen offen.

Zum 10. und 11. Beispiele wählte der Verfasser die (bereits oben S. 300 benutzten) Entwürfe zu Normalien für die Betriebsmittel neuer preussischer Staatsbahnen.

---

1) In einer dem Verfasser vom H. Director Krauss gütigst gesandten Brochüre, welche werthvolle Notizen und Erörterungen über Eisenbahnen (namentlich Secundärbahnen) und Locomotiven enthält, wird S. 12 u. 13 bemerkt, dass bei einer guten Locomotive pro Stunde und pro Pferdekraft ein Verbrauch von 1,80 Kilogr. guter Steinkohlen und von 15 Liter Wasser anzunehmen sei.

2) In unserer Quelle wird S. 27 ausdrücklich hervorgehoben, dass zum Bremsen die Wirkung comprimirter Luft (einer Luftbremse) grösser und auch ökonomischer sei, als diejenige des Gegendampfes (S. 436).

Die drei zunächst folgenden Abbildungen Fig. 420 bis 422 lassen Disposition und Hauptabmessungen der betreffenden „Personenzug-Locomotiven“ erkennen.

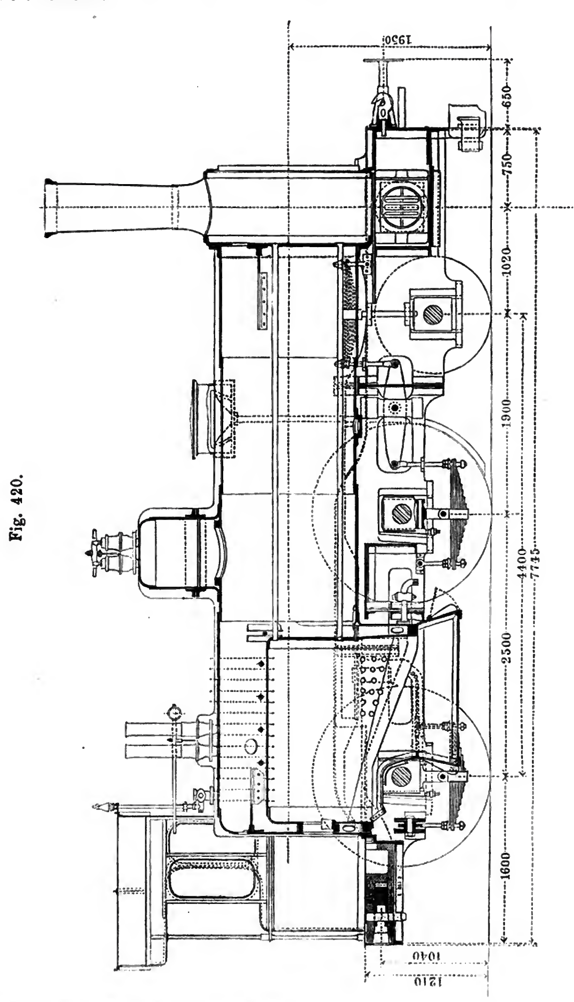


Fig. 420.

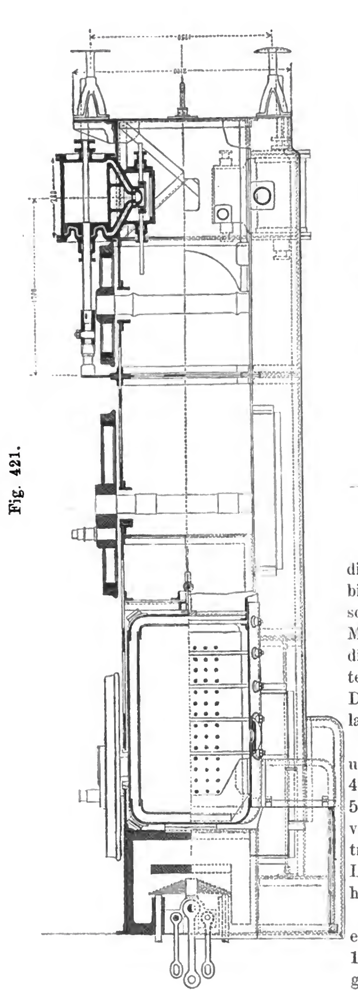
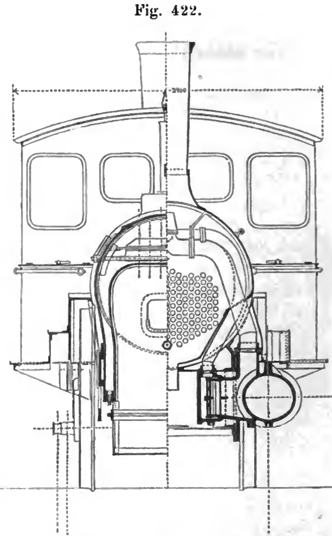


Fig. 421.

Fig. 422.



Zuerst bemerkt man sofort, dass die Achsen-Disposition der von Fig. 1 bis 12 unserer Uebersichtstafel B. (S. 463), sowie der Egestorff'schen (Hannov. Maschinenbau-Actien-Gesellschaft) für die westphälischen Eisenbahnen gelieferten Locomotiven S. 484 und 485 entspricht. Dasselbe gilt von der Dampfcylinderlage und von dem Rahmenwerke.

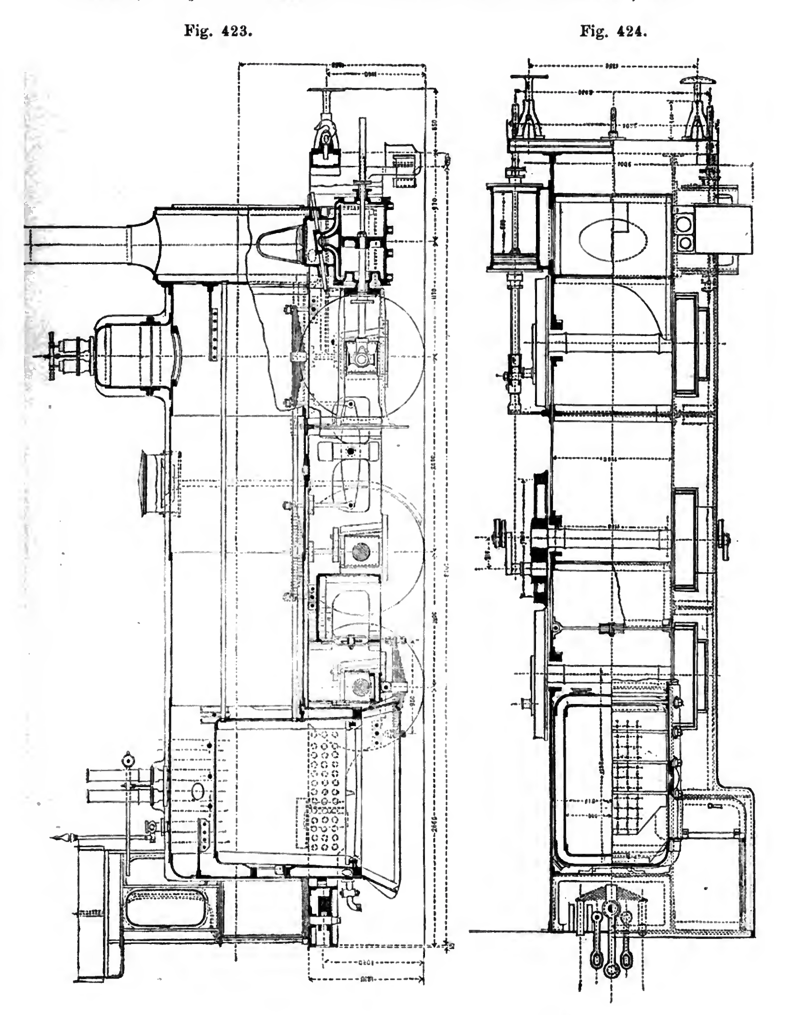
Die Dampfcylinder, deren Mitten um 1180mm von einander abstehen, haben 420mm Durchmesser, die Kolben 560mm Hub. Die Durchmesser der vier gekuppelten (Trieb-) Räder betragen 1730mm, während von den beiden Laufrädern jedes 1130mm Durchmesser hat. Die Steuerung ist innenliegend.

Die Achsstände sind Fig. 420 eingeschrieben. Die Feuerbüchse hat 1740mm Länge (im Lichten), 1070mm grösste Breite und 1245 (grösste) Höhe.

Die Heizfläche der Feuerbüchse ist 6,23□m. Feuerröhren sind 162

vorhanden, von je 50mm äusserem und von 45mm innerem Durchmesser, wäh-

Fig. 423. Fig. 424.



rend ihre Länge 3424^{mm} beträgt, der cylindrische Kessel aber 1300^{mm} Durchmesser hat.

Die Heizfläche der Röhren ist = 85,29$\square^{\mathrm{m}}$, folglich
die Gesammtheizfläche = 91,52$\square^{\mathrm{m}}$.

An Rostfläche sind 1,79$\square^{\mathrm{m}}$ vorhanden.

Die Höhe des Schornsteines (von den Schienenköpfen bis zur Mündung gemessen) beträgt 4300^{mm}. Die Vertheilung des vorhandenen Gewichts wurde bei der Construction wie folgt angenommen:

	Achse an der Feuerkiste.	Mittelachse.	Laufachse.
Druck auf die Achsen . . .	180 Ctnr.	172 Ctnr.	221,5 Ctnr.
Todtes Gewicht	61 „	67 „	32,5 „
Druck auf die Schienen . .	241 „	239 „	254,0 „

Gesammtgewicht leer: 650,5 Ctnr.
betriebsfähig: 734,0 „

Fig. 423 bis 425 sind Abbildungen der Normal-Güterzug-Locomotiven, deren allgemeine Disposition u. A. mit Fig. 4 der Uebersichtstafel A., mit der Kessler'schen Locomotive S. 500 und mit Fig. 15 bis 17 Tafel C. S. 464 übereinstimmt.

Fig. 425.

Die wesentlichsten Maasse sind folgende:

Cylinderdurchmesser = 450^{mm}, Kolbenhub = 630^{mm}. Die sechs gekuppelten Räder haben Durchmesser von 1330^{mm}. Die Steuerung ist hier aussenliegend.

Die Achsstände (die Entfernung der Cylindermitten und anderen Maasse) sind in den Abbildungen eingeschrieben.

Die innere Feuerbüchse hat 1450^{mm} Länge (im Lichten), ihre grösste Breite (lichte Weite) ist = 1000^{mm}, ihre (grösste) Höhe (von der unteren Kante bis zur oberen Decke gerechnet) = 1250^{mm}.

Die Heizfläche in der Feuerbüchse ist = 7,563$\square^{\mathrm{m}}$.

Der cylindrische Kessel hat 1400^{mm} Durchmesser und 4450^{mm} Länge. Siederöhren sind 186 vorhanden, jede von 50^{mm} äusserem und von 45^{mm} innerem Durchmesser.

Die Röhrenheizfläche beträgt 116,696$\square^{\mathrm{m}}$, daher
die Gesammtheizfläche = 124,259$\square^{\mathrm{m}}$.

An Rostfläche sind 1,53□m vorhanden. Die Schornsteinhöhe ist wieder 4300mm.

Das vorhandene Gesammtgewicht von 644 Ctnr. leer und 753 Ctnr. betriebsfähig ist folgendermassen vertheilt:

	Achse an der Feuerkiste.	Mittelachse.	Achsen an der Rauchkiste.
Druck auf die Achse	200 Ctnr.	155 Ctnr.	208 Ctnr.
Todtes Gewicht	47 „	58 „	47 „
Druck auf die Schienen . .	355 „	243 „	255 „

Zusatz. Dem Herrn Hofrath etc. v. Engerth in Wien verdankt der Verfasser das bereits S. 407 (Note 3) citirte Werk „Locomotive-Typen“ [1]) der Maschinenfabrik in Wien, welche der k. k. priv. österr. Staats-Eisenbahn (unter Haswell's Direction) gehört. Hieraus sind beispielsweise folgende Daten von seit 1869 erbauten Aussen-Cylinder-Locomotiven entnommen (sämmtliche Maasse sind Meter, die Gewichte Kilogramm).

---

1) Zur Aufnahme selbst nur einer der zugehörigen schönen Zeichnungen fehlte hier leider der Raum. Wahrscheinlich befindet sich das citirte Werk auch in vielen anderen technischen Bibliotheken, wie dies beispielsweise in der Sammlung von Maschinenzeichnungen des Hannov. Polytechnikums der Fall ist.

System oder Disposition.	Jahr der Erbauung.	Kolben. Durchmesser.	Hub.	Durchmesser der Triebräder.	Zahl und Durchmesser der Laufräder.	Achsstand.
		Meter.	Meter.	Meter.		Meter.
System Hall, Fig. 335. Alle drei Achsen zwischen Feuer- u. Rauchkiste. Disposition Fig. 14, Tafel C.	1869	0,395	0,632	1,580	Zwei Laufräder von 1 m,106.	3,423
Disposition 4, Tafel A.	1870	0,316	0,432	0,948	Keine Laufräder.	2,689
Disposition 7, Tafel A.	1871	0,500	0,610	1,106	Ebenfalls sämmtl. Räder gekuppelt. (Achtkuppler.)	3,560
Disposition 1, Tafel A. (System Haswell.)	1871	0,237	0,316	0,711	Desgl. (Vierkuppler.)	1,423
Disposition 4, Tafel A.	1872	0,395	0,632	1,077	Keine Laufräder. (Sechskuppler.)	2,847
Disposition 7, Tafel A. (System Haswell.)	1873	0,350	0,316	0,720	Desgl. (Achtkuppler.)	2,400

§. 31.

Bewegende Arbeit des Dampfes in den Cylindern und am Umfange der Triebräder einer Locomotive.

Die vom Wasserdampfe in den Cylindern einer Locomotive auf die Kolben und weiter auf die Triebräder übergetragene mechanische Arbeit lässt sich mit gehöriger Sicherheit nur mit Hülfe von Indicator-Diagrammen (Bd. 1, S. 575) und gleichzeitigen entsprechenden Geschwindigkeitsmessungen (unter Verwendung angemessener Hubzähler, Bd. 1, S. 125) ermitteln.

Bezeichnet dann p_1 die durch den Indicator erhaltene mittlere Dampfpressung (über Atmosphärendruck) im Cylinder, d den Durchmesser eines der beiden Kolben, l den Hub der letzteren, v die Kolbengeschwindigkeit pro Secunde, so erhält man, wenn N_i die Zahl der Indicator-Maschinenpferdekräfte bezeichnet, welche der resultirenden Arbeit entsprechen:

Kessel.								Gewichte auf die		
Durchmesser.	Siederohr				Totale Heizfläche.	Rostfläche.	Effectiver Dampfdruck. Atmosphären.	erste Achse.	zweite u. dritte beziehungsweise vierte Achse.	Total im Dienste.
	Zahl.	Länge.	Durchm. äusserer Effectiven.	Heizfläche.						
Meter.		Meter.	Meter.	□Meter.	□Meter.	□Meter.		Kilogramm.		
1,264	162	4,477	0,052	120,0	129,0	1,925	9	18800	23200	35000
1,028	97	3,612	0,052	58,58	62,4	1,05	10	8800	8750 8700	26250
1,430	205	4,760	0,052	159,3	170,0	2,16	9	12550	12550 13000 12650	50750
0,790	54	1,898	0,052	17,0	20,2	0,70	10	5750	5750	11500
1,344	183	3,130	0,052	95,7	103,5	2,00	10	10300	10250 11650	32200
1,120	102	2,40	0,052	40,0	46,0	1,40	12	5000	5000 5000 5000 5000	20000

$$\text{I.}\quad \begin{cases} 550\, N_i = p_1 \,.\, 2 \left(\frac{d^2\pi}{4}\right) v, \\ 75\, N_i = p_1 \,.\, 2 \left(\frac{d^2\pi}{4}\right) v, \end{cases}$$

je nachdem man englische oder Metermaasse voraussetzt [1]).

1) Die effective oder Brems-Pferdekraft der Maschine, die wir nach §. 99, S. 575 Bd. I mit N_b bezeichnen, ergiebt sich ferner (für Metermaasse) zu:

$$N_b = \frac{2 \,.\, \frac{1}{4}\,(d^2\pi)\,(p^i - p_s) v}{75},$$

wenn p_s den Druck pro Kolbenflächeneinheit bezeichnet, welcher zur Ueberwindung der vorhandenen Reibungen und zur Bewegung der Schieber aufzuwenden ist. Man erhält dann ferner

$$75 \,.\, N_b = 2 \,.\, \frac{1}{4}\,(d^2\pi)\, p_i \left(1 - \frac{p_s}{p_i}\right) v, \text{ oder, wenn}$$

Hinsichtlich der bei Locomotivdampfmaschinen zur Zeit benutzten Indicatoren ist noch zu erwähnen, dass diese, je nach ihrer Einrichtung, entweder continuirliche Diagramme oder wiederkehrende (geschlossene) Diagramme liefern.

Instrumente ersterer Gattung wurden u. A. in England von Gooch[1]), in Deutschland von Welkner[2]) zur Ermittlung der effectiven Pressung des Dampfes für jede Stellung des Kolbens, sowie zur Gewinnung von Aufschlüssen über die Dampfwirkung überhaupt benutzt, während ebenfalls in England u. A. Clark[3]) mit Mac Naught's Indicator und Bauschinger[4]) mit dem Richard'schen Indicator sogenannte wiederkehrende Diagramme entnahmen.

$$1 - \frac{p_s}{p_i} = \mathfrak{g}_m \text{ gesetzt wird:}$$

$$\text{II. } N_b = \frac{\mathfrak{g}_m \cdot 2 \cdot \left(\frac{d^2 \pi}{4}\right) p_i v}{75},$$

$\mathfrak{g}_m$ lässt sich dann (annäherungsweise) aus folgender kleiner vom Prof. Grove berechneter Tabelle (in Heusinger's Handbuche etc. Bd. III, S. 159) entnehmen, worin l den Kolbenschub und l_1 die Admissionsgrösse, oder den Kolbenweg bis zum Eintritte der Admission bezeichnet.

$\frac{l_1}{l}$	0,7 oder mehr	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
$\mathfrak{g}_m$	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,72	0,62

Hiernach ist $\mathfrak{g}_m$ (das Güteverhältniss der Dampfmaschine) um so kleiner, je schwächer die Füllung genommen wird, weil die Widerstände nicht in demselben Maasse abnehmen, wie die effective Leistung.

1) Clark, Railway-Machinery, Vol. 1, p. 63. Daselbst finden sich Abbildungen und Beschreibung des von Gooch benutzten Indicators. Der Papierstreifen wird hier mit der gleichförmigen Winkelgeschwindigkeit des Triebrades bewegt, wonach die Ordinaten der Diagramme auf die Abscissenachse in solchen Intervallen zu stehen kommen, dass sie der beschleunigten oder verzögerten Bewegung des Kolbens entsprechen. Der beschreibende Stift bewegt sich im Kreisbogen.

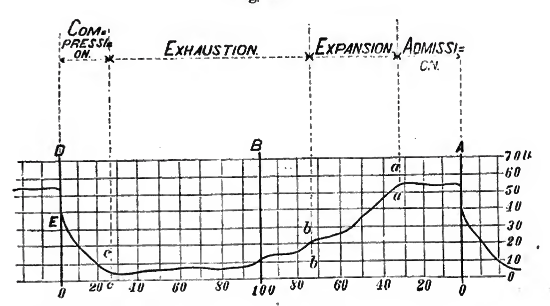
2) Welkner, Die Locomotive. Bei diesem Instrumente wird der Papierstreifen vom Kreuzkopfe einer der Kolbenstangen aus bewegt, während der beschreibende Stift (wie bei dem Morin'schen Dynamometer Bd. 1, S. 201) gerade Linien aufzeichnet. Hierdurch erhält man direct den Dampfdruck im Cylinder für die jedesmalige Kolbenstellung.

3) Clark, a. a. O. p. 65.

4) Herr Prof. Bauschinger in München hat eben so zahlreiche wie vollständige Versuche über die Zugkraft u. s. w. von Locomotiven auf bayerischen Eisenbahnen unter gleichzeitiger Verwendung von Dampfindicatoren, Dynamometern und Hubzählern angestellt, deren Resultate in Bornemann's „Civilingenieur“ Bd. 13 (1867), S. 479 und Bd. 14 (1868), S. 1 veröffentlicht wurden.

Fig. 426 ist die Copie eines der von Welkner bei der hannoverschen Locomotive Nr. 100 entnommenen Indicatordiagramme, in der Hälfte der Grösse gezeichnet, welche das Instrument direct ergeben hat.

Fig. 426.



Die betreffende Maschine hat Aussencylinder von 15 Zoll (engl.) Durchmesser, 24 Zoll Kolbenhub und vier gekuppelte Triebräder von 5 Fuss Durchmesser. Das Gewicht der Locomotive nebst Tender, beide in dienstfähigem Zustande, betrug 35 Tonnen engl. (à 2240 Pfd. = 20 Ctnr. engl.). Das Diagramm wurde beschrieben, als die Maschine auf horizontaler Bahn eine Bruttolast von 85 Tonnen mit 3 geographischen Meilen (= 13,83 englischen Meilen = 22,26 Kilometer) Geschwindigkeit pro Stunde zog, der Dampfüberdruck im Kessel 90 Pfund pro Quadratzoll engl. betrug und das Steuerungshändel auf dem ersten Zahn (S. 354) nach vorwärts lag[3]). Uebrigens ist zu beachten, dass das Diagramm an der Vorderseite des Kolbens entnommen wurde.

Der Verfasser verdankt der besonderen Zuvorkommenheit des Herrn Professor Bauschinger sowohl einige der von ihm erhaltenen Diagramme, als auch Rechnungsresultate aus denselben, die weiter unten mitgetheilt werden.

3) Die Formen des Diagrammes lassen übrigens auch genau die sonstigen Vorgänge im Cylinder erkennen. Während des Dampfeintritts (der Admission), der Absperrung (Expansion), des Ausströmens (der Exhaustion) und endlich während der Zeit, wo durch das Voreilen des Schiebers (Bd. 1, S. 538) das Abströmen des gebrauchten Dampfes verhindert wird, d. h. während des Zusammendrückens (der Compression), in allen diesen Stationen der Bewegung giebt das Diagramm Auskunft über die Gleichförmigkeit der Arbeit, die Genauigkeit des Wechsels und die Einflüsse, welche Steuerungsorgane, Querschnittsverhältnisse der Ein- und Austrittscanäle des Dampfes u. s. w. ausüben. So zeigt das obige Welkner'sche Diagramm, von der Ordinate OA ausgehend, welche dem Beginn des Hubes entspricht, dass die Eintritts- oder Admissionsperiode bei aa endet, also 82 Proc. vom Kolbenhube andauert, und während dieser Zeit der Dampf nahezu die constante Pressung von 55 Pfd. Ueberdruck pro Quadratzoll besitzt,

Zur besseren Uebersicht ist das Diagramm Fig. 426, in Fig. 427 als geschlossenes, d. h. als in sich zurücklaufende Figur gezeichnet.

Fig. 427.

Aus jeder der beiden Figuren entnimmt man die mittlere effective Dampfpressung zu 36 — 11 = 25 Pfd. Ueberdruck pro Quadratzoll.

Demzufolge und mit Bezug auf die bereits vorher notirten Dimensionen würde man die Zahl der Indicator-Maschinenpferdekräfte, welche der Dampf auf die Kolben übergetragen hat, ohne Weiteres berechnen können, wäre die Geschwindigkeit v des Kolbens pro Secunde direct gegeben. Da letzteres nicht der Fall ist, so hat man dies v aus der Gleichung zu berechnen:

$$\text{II.} \quad v = \frac{2l}{D\pi} V,$$

wenn V die Zuggeschwindigkeit pro Secunde, l den Kolbenschub, D den Triebraddurchmesser bezeichnet und $\pi = 3{,}14$ ist.

Rechnet man eine geographische Meile = 24335 Fuss engl., so ergiebt sich:

$$V = \frac{24335 \,.\, 3}{3600} = 20{,}28 \text{ Fuss}$$

und weil $d = 15$ Zoll, $l = 24$ Zoll $= 2$ Fuss und $D = 5$ Fuss beträgt, nach II:

$$v = \frac{2 \,.\, 2}{5 \,.\, 3{,}14} \,.\, 20{,}3 = 5{,}166 \text{ Fuss}$$

pro Secunde. Daher zufolge I (S. 519):

$$550\, N_i = 25 \,.\, \frac{3{,}14}{2} (15)^2 \,.\, 5{,}166,$$

woraus in runder Zahl folgt:

$$N_i = 83.$$

Verbindet man II mit I, so folgt:

$$\text{III:} \quad N_i = p_1 \frac{d^2\, l\, V}{550 \,.\, D} \text{ für engl. Maasse, oder}$$

$$\text{IIIa.} \quad N_i = p_1 \frac{d^2\, l\, V}{75 \,.\, D} \text{ für Metermaasse.}$$

Die beiden folgenden Diagramme verdanke ich der besondern Güte des

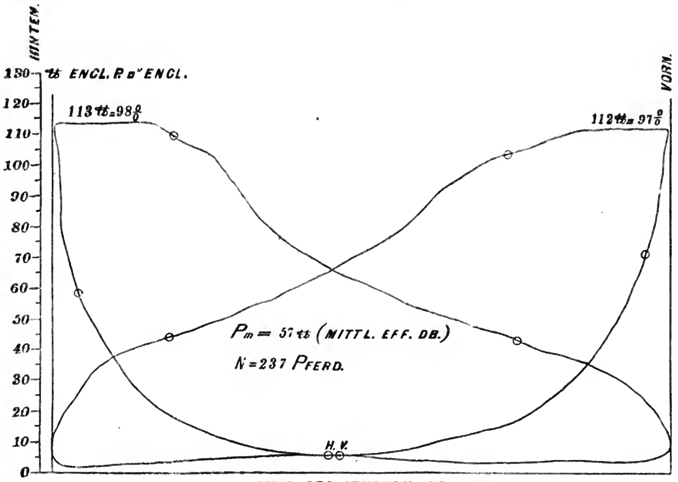
---

dass sich die Expansionsperiode bis bb erstreckt, während 41 Proc. des Kolbenweges statthat oder bei 73 Proc. eines ganzen Kolbenweges endet und endlich die Exhaustionsperiode die noch übrigen 27 Proc. Kolbenweg umfasst. Nachdem der Kolben die Ordinate 100 B erreicht hat, beginnt er den Rückgang, wobei die Exhaustion bis zu cc stattfindet, d. h. 73 Proc. vom Kolbenwege beträgt und wobei die Dampfspannung bis auf 6 Pfd. Ueberdruck herabgeht. Bei cc beginnt die Compression des eingeschlossenen Dampfes, welche so lange währt, bis durch das Voreilen des Schiebers neuer Dampf eintritt, die Admission des frischen Dampfes das rasche Aufsteigen des Schreibstiftes nach D veranlasst hat und der neue Anhub des Kolbens beginnt.

Herrn Professor Bauschinger in München, dessen höchst beachtenswerther (Indicator mit gleichzeitigem Dynamometer) Versuche an Locomotiven der bayerischen Staatsbahnen bereits oben gedacht wurde.

Fig. 428.

Geschw.: 85 Touren = 5,7 Fuss engl. des Kolbens. Regulator offen, Blasrohr offen, Kesselspannung 116.



Das Diagramm Fig. 428 ist der Maschine „Ampfing“ entnommen, welche auf der Bahnstrecke München-Augsburg läuft, deren Dimensionen in nachstehender Tabelle verzeichnet sind und die mit Stephenson'scher Coulissensteuerung ausgestattet ist, während das Diagramm Fig. 429 bei der Locomotive „Kufstein“ (Bahnstrecke Augsburg-Kempten) erhalten wurde. Die Dimensionen der letzteren Maschine finden sich gleichfalls in nachfolgender Tabelle (S. 528), wozu noch bemerkt werden mag, dass hier die sogenannte Meyer'sche Steuerung (Bd. 1, S. 545)[1]) in Anwendung gebracht ist.

Herr Professor Bauschinger hat diesen (Kolben-) Diagrammen noch die sogenannten Dampfvertheilungsdiagramme (Schieberdiagramme) beigefügt, welche für jede Stelle des Kolbenhubes die Eröffnung der Dampfcanäle in wirklicher Grösse als Abscisse giebt und wozu die Ordinaten in Procenten der Kolbenfläche aufgetragen sind. Eine genaue Beurtheilung der Kolben-

1) Zeuner, Schiebersteuerungen, vierte Auflage, S. 230.

diagramme wird eigentlich erst durch die Schieberdiagramme möglich gemacht [1]).

Fig. 429.

Geschw.: 134 Touren = 8,2 Fuss engl. des Kolbens. Regulator offen, Blasrohr offen, Kesselspannung 83 Pfd.

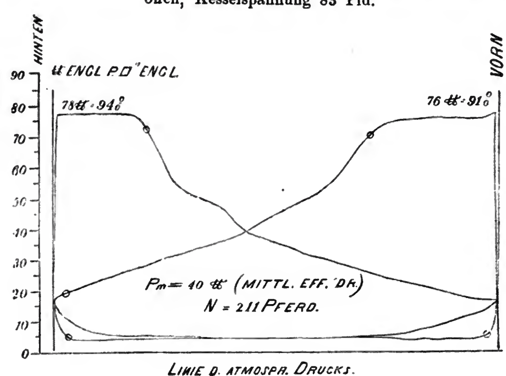
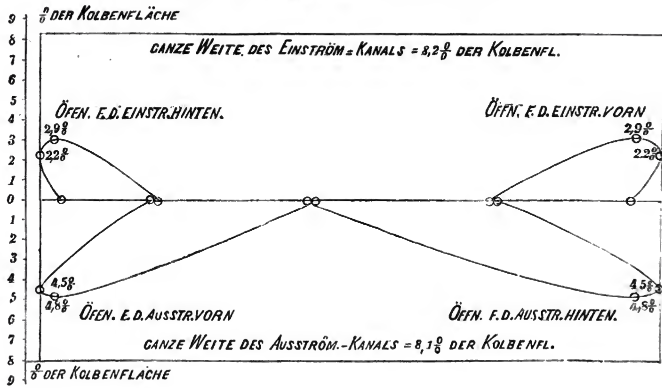


Fig. 430.

Stephenson'sche Steuerung.
Schieber mit Hülfseinströmung.
(2. Zahn; Füllungsgrad hinten 0,19, vorn 0,27.)



1) Man sehe hierüber namentlich Völkers, Der Indicator, S. 11 u. s. w. Bei dieser sonst vortrefflichen Schrift ist zu bedauern, dass sich die betreffenden

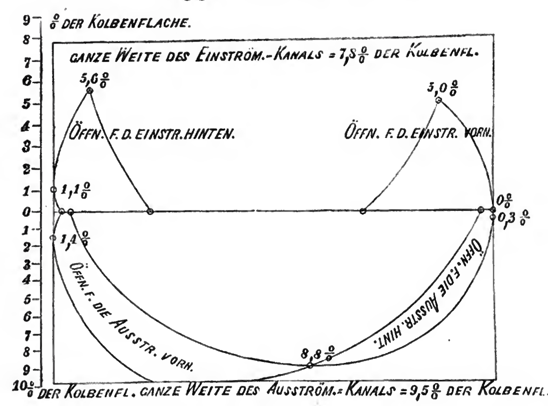
Aus den Diagrammen der Locomotive „Ampfing", Fig. 429, ergiebt sich als effective Dampfspannung über den Druck der atmosphärischen Luft der Werth p_1 = 57 Pfd. pro Quadratzoll engl., und daher, weil d = 16 Zoll, und v = 5,70 Fuss ist, die Zahl = N_i der Indicator- Maschinenpferdekräfte nach I.:

$$N_i = \frac{57}{550} \cdot \frac{3{,}14}{2} (16)^2 \cdot 5{,}7 = 238.$$

Fig. 431.

Meyer'sche Steuerung.

Füllungsgrad: hinten 0,22, vorn 0,29.



Ebenso erhält man für die Maschine „Kufstein" aus dem Kolbendiagramme Fig. 430 und 431 den effectiven Dampfüberdruck zu 40 Pfd. pr. Quadratzoll engl., und demnach, weil hier d = 15 Zoll und v = 8,2 ist:

$$N_i = \frac{40}{550} \cdot \frac{3{,}14}{2} (15)^2 \cdot 8{,}2 = 211\ ^{1)}.$$

Versuche nur auf stationäre Dampfmaschinen und nicht auch auf Locomotiven erstreckt haben.

1) Da es nicht immer möglich ist, Kolbendiagramme von im Betriebe befindlichen Locomotiven zu entnehmen, so liegt der Wunsch sehr nahe, eine Formel zu gewinnen, mittelst welcher man aus entsprechenden Dimensionsverhältnissen, wie z. B. die Admissions- und Expansionsgrösse, und aus der am Manometer abzulesenden Kesselspannung (Ueberdruck) = p den Werth p_1 für die **mittlere nützliche** oder effective Dampfspannung für den ganzen Kolbenlauf berechnen könne. Für Locomotiven hat hierzu, nach Wissen des Verfassers, zuerst Clark (Railway-Maschinery, Vol. 1, p. 116) die Formel aufgestellt:

Die Werthe der Maschinen-Pferdekräfte in der Tabelle S. 528 entsprechen stets den Resultaten einer grossen Anzahl von Indicatordiagrammen

---

$$p_1 = \frac{p}{100} (13{,}5 \sqrt{a} - 28)$$

worin p die grösste Spannung im Dampfcylinder und a die Admission in Procenten des Kolbenlaufes darstellt, so dass z. B. für $p = 100$ und $a = 50$, $p_1 = {}^{90}/_{100} \cdot 67{,}5 = 60{,}75$ Pfd. ist. Welkner (Die Locomotive, S. 68) räth nach seinen Versuchen (richtiger für die von ihm benutzten Locomotiven) zu schreiben:

$$p_1 = \frac{p_k}{90} \left(10 \sqrt{a} - 22\right)$$

worin jedoch p_k die Pressung des Dampfes im Kessel sein soll. Den Werth von p der Clark'schen Formel könnte man vielleicht durch die Gleichung:

$$p^k - p = 0{,}025 \, \frac{O}{\omega} \, v$$

ermitteln, welche Völkers (a. a. O., S. 44) aufgestellt und worin ω den Querschnitt der Dampfcanäle in Quadratzollen und O die wirksame Kolbenfläche (nach Abzug des Kolbenstangenquerschnittes) bezeichnet. Man sehe übrigens auch bei Völkers a. a. O., S. 68 das Capitel: „Spannungsdifferenz der Cylinder". Da jedoch die Clark'sche Formel jeder wissenschaftlichen Basis entbehrt, so dürfte gerathen sein, sich derartiger Formeln nur im äussersten Nothfalle zu bedienen, sonst entweder die Gleichungen Bd. 1, S. 570 zu benutzen, oder aus den bekannten Abmessungen der Dampfmaschine und der Coulissensteuerung ein Zeuner'sches Diagramm zu zeichnen und mit Hülfe von Reuleaux'schen Formeln (worin die Acte der Admission, Expansion, Exhaustion und Compression u. s. w. gehörig berücksichtigt sind) die von den Locomotivdampfmaschinen geleistete mechanische Arbeit zu berechnen. Der Verfasser kann hierbei die Bemerkung nicht unterdrücken, dass dieser Reuleaux-schen Berechnungsmethode bisher wohl nicht überall die verdiente Beachtung zu Theil geworden ist. Reuleaux's Arbeit ist unter der Ueberschrift „Ueber die Wirkung der Dampfvertheilung bei Coulissensteuerungen" in Bornemann's Civilingenieur, Jahrgang 1857, S. 46 zu finden.

Auf eine eben so rationelle wie praktische Weise ermittelt Prof. Grove (in Heusinger's Handbuch etc., Bd. III. S. 154 bis 158) die Werthe von p_1, deren Resultate in folgenden zwei kleinen Tabellen zusammengestellt sind, während hinsichtlich deren Herleitung auf die angegebene Quelle verwiesen werden muss.

Grove setzt $p_1 = p_m - q_m$, wo p_m die mittlere Spannung des treibenden Dampfes ist und q_m den mittleren Werth der Vordampfspannung während des ganzen Kolbenschubes bezeichnet.

Ist dann p die Dampfspannung während der Einströmung in den Cylinder und q der mittlere Werth der Spannung des ausströmenden Dampfes (des Rückdampfes, ebenfalls pro Flächeneinheit des Kolbens), so findet der genannte Autor (wenn überdies l_1 den Kolbenweg bis zum Eintritt der Expansion, die Admission und l den ganzen Kolbenschub bezeichnet) die Werthe von $\frac{p_m}{p}$

und fortlaufenden Erhebungen über Dampfdruck, Geschwindigkeit u. s. w., weshalb es Herrn Professor Bauschinger auch nicht möglich war, mir die Copie eines Diagrammes dieser Versuchstabelle zu Gebote zu stellen.

Sämmtliche Maasse sind englische, die Gewichte Zoll-Pfunde und Zoll-Centner.

---

für $\frac{l_1}{l}$ =	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
zu $\frac{p_m}{p}$ =	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,86	0,82	0,78	0,74	0,69	0,63	0,57	0,49	0,40

Ferner die Werthe von $\frac{q_m}{q}$ (wenn l_2 den Kolbenweg bezeichnet, während welchem der im Cylinder zurückgebliebene Dampf comprimirt wird):

für $\frac{l_2}{l}$ =	0,06	0,10	0,14	0,18	0,22	0,26	0,30	0,34	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58
zu $\frac{q_m}{q}$ =	1,02	1,06	1,10	1,15	1,21	1,28	1,35	1,42	1,50	1,58	1,66	1,75	1,84	1,94

Name der Locomotive.	Eisenbahn, woselbst die Locomotive im Betriebe ist.	Cylinderdurchmesser. (Englische Maasse.)	Kolbenhub. (Englische Maasse.)	Triebraddurchmesser. (Englische Maasse.)		Zahl der Triebräder.	Füllungsgrad (Dampfadmission) in den Cylindern.	Kolbengeschwindigkeit pro Secunde.	Maschinen-Pferdekräfte.	Totale Heizfläche.	Verhältniss der Feuerkisten-Heizfläche zur totalen.	Maschinengewicht.	Verbrauch pro Stunde und pro Pferdekraft. Wasser.	Verbrauch pro Stunde und pro Pferdekraft. Heizmaterial.	Zuggeschwindigkeit pro Stunde mit Einrechnung des Aufenthaltes auf den Stationen.
		Zoll.	Zoll.	F.	Z.			Fuss.		Q.-F.		Z.-C.	Z.-P.	Cubikfuss.	Geogr. M.
Ampfing	München-Augsburg.	16	24	5	2	4	0,38	5,6	244	1025	1 : 11,8	590	25,4	0,74 Torf	2,7
Neue Ampfing	Kempten-Augsburg.	16	24	5	2	4	0,33	9,8	216	1025	1 : 11,8	590	23,8	0,48 Torf	5,4
Lichtenfels ..	Neumarkt-Bamberg.	$12^{15}/_{16}$	22	5	2	2	0,52	10,4	214	681	1 : 13	390	27,7	Pfd. 5,0 Steinkohle.	5,7
Walchensen .	Kitzing-Würzburg-Fürth.	18	26	4	6	6	0,33	6,8	330	1172	1 : 13,1	674	28,4	?	2,7
Kufstein	Augsburg-Kempten.	15	22	5	6	2	0,25	8,9	164	$732^1/_2$	1 : 13	440	30,4	Cubikfuss. 0,66 Torf.	5,4
Otto v. Guerike	Nürnberg-Bamberg.	16	24	4	9	4	0,34	8,4	128	$885^1/_2$	1 : 11,2	593	33,9	Pfd. 6,4 Steinkohle.	5,3
Wasserträdingen	Lichtenfels-Neumarkt.	15	24	4	5	4	0,52	6,7	233	715	1 : 10	512	34,5	6,8 Steinkohle.	2,1
Immenstedt..	Stockheim-Hochstadt.	$12^1/_4$	20	5	—	2	0,47	6,6	160	504	1 : 8,5	306	33,8	5,5 Steinkohle.	2,5

§. 32.

Widerstände und widerstehende Arbeit beim Fortschaffen eines Eisenbahnzuges.

Im vorhergehenden Paragraphen wurde ausschliesslich die bewegende Arbeit einer Locomotive erörtert, während hier die widerstehende Arbeit, d. h. diejenige in Betracht gezogen werden soll, welche die Locomotive beim Fortschaffen eines Bahnzuges zu überwinden hat und die aus den verschiedenen Bahnwiderständen (Zapfen- und rollender Reibung, Steigungs- und Curven-Widerständen etc.), dem Widerstande der atmosphärischen Luft in der Bewegungsrichtung und aus zufälligen Einwirkungen, beispielsweise Unvollkommenheiten der Eisenbahn sowie der Fuhrwerke selbst und verhältnissmässig starkem Seitenwinde bestehen.

Bei sehr langsamer Bewegung eines Eisenbahnzuges auf gerader Strecke wird der Widerstand, welcher sich dem geraden Fortlauf der Fuhrwerke entgegenstellt und demnach die zu dessen Ueberwindung erforderliche Kraft, durch dieselben Formeln (S. 141 und 176) dargestellt, welche für die Zugkraft der Wagen auf gewöhnlichen Strassen entwickelt wurden. Der Unterschied ist nur der, dass bei Eisenbahnfuhrwerken der Widerstand der rollenden Reibung der geringste und der der Zapfenreibung der grösste ist, während bei den gewöhnlichen Strassenfuhrwerken der genau entgegengesetzte Fall statthat. Fasst man beide Reibungsarten in der Form eines sogenannten Widerstandscoefficienten m (S. 140) zusammen, so ergeben die neuesten Versuche für gute Eisenbahnen und eben solche Fuhrwerke $m = {}^1/_{600}$ bis ${}^1/_{500}$ und noch weniger, während nach S. 142 für gute Chausseen $m = {}^1/_{40}$ bis ${}^1/_{50}$ war, der Zugwiderstand auf Eisenbahnen also 12 bis 15 Mal (und mehr) kleiner ist als auf guten Chausseen.

Der Zugwiderstand auf Eisenbahnen vergrössert sich dagegen erheblich durch den Luftwiderstand in der Zugrichtung bei einigermaassen schneller Fahrt, ferner beim Durchlaufen von Curven (Bahnkrümmungen) besonders des Umstandes wegen, weil die Wagenräder auf den betreffenden Achsen festgekeilt sind, wodurch ein nachtheiliges Schleifen (sogenannte gleitende Reibung) der **Radumfänge**, ferner Seitenreibung durch das Anlegen der **Räderspurkränze** an die Bahnschienen entsteht. Auch durch die Unebenheiten der Schienen und ihre mehr oder weniger unvollkommene Verbindung, durch die Form der Schienen und durch

Seitenwind kann der Zugwiderstand mehr oder weniger vergrössert werden [1]).

Bei Vorhandensein so vieler Umstände, welche auf die Zugkraft eines Eisenbahntrains einwirken können, lag es in der Natur der Sache, dass man sich von der Zeit an, wo die Eisenbahnen für den grösseren Verkehr eine Bedeutung erlangten, mit der Anstellung von Beobachtungen und Versuchen beschäftigte, um erforderliche Kenntnisse über die Beschaffenheit und Grösse dieser Bewegungswiderstände zu erlangen.

Die ersten beachtenswerthen Versuche scheint Grimshaw, Besitzer eines Steinkohlenbergwerks bei Sunderland, angestellt [2]) zu haben, und zwar fand derselbe aus dem Herablaufen der Wagen von schiefen Ebenen den Widerstandscoefficienten für die combinirte Zapfen- und rollende Reibung zu $m = {}^1/_{258}$. Mit Hülfe von Feder-Dynamometern stellten 1818 Nicolas Wood und Georg Stephenson Versuche auf der Killingworth-Bahn an, wodurch das vorher erwähnte m im Mittel ${}^1/_{223}$ oder die Zugkraft zum Fortschaffen einer jeden engl. Tonne (à 2240 Pfd.) Totalbelastung zu ungefähr 10 Pfd. gefunden wurde. Aus Versuchen von Lardner [3]) ergab sich am Ende der zwanziger Jahre $m = {}^1/_{300}$ circa, oder die zum Fortschaffen einer jeden Tonne Totallast erforderliche Zugkraft wurde im Mittel zu $7^1/_2$ Pfd. veranschlagt.

Die zahlreichsten und umfangreichsten Versuche stellte Pambour bald nach Anfang der dreissiger Jahre an, die er in seinem 1836 in erster Auflage erschienenen berühmten, noch heute brauchbaren Werke über Dampfwagen auf Eisenbahnen [4]) veröffentlichte und wobei sich die mittlere Reibung der Bahnwagen, ohne Luftwiderstand, in gerader Strecke zu 6 Pfd. pro Tonne, also $m = {}^6/_{2240} = {}^1/_{373}$ herausstellte [5]).

---

1) Der Widerstand ansteigender Bahnstrecken versteht sich von selbst, sowie auch einleuchtet, dass Anzahl, Grösse und Umfangsgestalt der Räder, die Achsstände der letzteren, Art und Anordnung der Federn und die Schwerpunktslagen des ganzen Wagens, wie des auf den Federn ruhenden Baues von Einfluss auf die Zugkraft sein müssen.

2) N. Wood's Eisenbahnkunde, deutsch von Köhler (1839), S. 248. Eine Zusammenstellung älterer Versuchsresultate findet sich in Barlow's Encyclopaedia of arts, manufactures and machinery, Nr. 297, p. 243.

3) Lardner, Popular lectures on the steam engine, London 1828 und in deutscher Uebersetzung, nach der 5. Auflage, bei Volkmar in Leipzig 1836, S. 173.

4) A practical treatise on locomotive engines upon railways, with practical tables, and an appendix, showing the expense of conveying goods, by locomotive engines on railroads. Deutsch bearbeitet nach der zweiten Auflage von Schnuse, Braunschweig 1841. Die Angabe von $m = {}^1/_{373}$ findet sich in letzterem Werke S. 100.

5) Zur Berechnung des Totalwiderstandes $= W$, welcher sich der Bewegung des Trains und der Locomotive längs der Bahnschienen entgegenstellt, gab Pambour (S. 148 a. a. O.) folgende Gleichung:

Zur Bestimmung letzterer Zahl aus Versuchen bediente sich **Pambour** nur beiläufig eines Dynamometers, sonst ausschliesslich zweier auf einander folgender geneigter Ebenen (einer Eisenbahnstrecke), wovon die Neigung der zweiten Ebene so gering war, dass die combinirte Wirkung der Reibung und des Luftwiderstandes einen sich selbst überlassenen Train auf letzterer Ebene zum Stillstand brachte.

Pambour hebt bei der Kritisirung und in Bezug auf Anwendung der von ihm gewonnenen Resultate selbst hervor[1]), dass sie eigentlich nur für solche Wagen als gültig betrachtet werden können, als die sind, womit er seine Versuche anstellte, d. h. für Wagen mit Rädern von 3 Fuss Durchmesser, Achsschenkeln von $1^3/_4$ Zoll Durchmesser, demselben Lagermateriale, gleichen Schmiermitteln, wo ferner das Verhältniss der Nutzlast zum Wagengewichte (S. 241 und 305) dasselbe ist, u. dgl. m. Mit der Veränderung der genannten Dimensionen, Betriebsmittel und Verhältnisse, der nach und nach hinzutretenden Verwendung von Schmiedeeisen an der Stelle des Gusseisens, des Stahles als Ersatz des Schmiedeeisens und Grössenveränderung der verschiedenen Bahnfuhrwerke, musste, noch ganz abgesehen von etwaigen Zweifeln an der Genauigkeit der angestellten Versuche, offenbar der Wunsch entstehen, wiederholte Beobachtungen und Versuche vorzunehmen.

Besonders beachtenswerth sind in dieser Beziehung die 1838 und 1839 von der Britisch Association angestellten Experimente[2]), ferner die, welche man 1844 und 1845 auf der sogenannten atmosphärischen Eisenbahn zwischen Kingston und Dalkey (Irland) unternahm und die 1845 von den sogenannten Gauge-Commissioners[3]) (zur Entscheidung über die Vortheile der Eisenbahnen mit den Spurweiten von 4 Fuss $8^1/_2$ Zoll und beziehungsweise 7 Fuss) in das Werk gesetzt wurde, endlich die Versuche der englischen Ingenieure **Harding** und

---

$$W = (1 + \delta)\left\{6\,Q + \frac{2240}{e}\,(Q + q) + uv^2\right\} + F,$$

wobei die betreffenden Buchstaben folgende Bedeutung haben: $Q =$ Gewicht des Wagenzuges (einschliesslich des Tenders) in engl. Tonnen, $\frac{1}{e}$ die Bahnansteigung, q das Gewicht der Locomotive ebenfalls in engl. Tonnen, v die Fahrgeschwindigkeit in engl. Meilen (à 5280 Fuss engl.) pro Stunde. Der Buchstabe u bezieht sich auf den Luftwiderstand und bestimmt sich dessen Werth aus der Gleichung $u = 0{,}002687 \,.\, A$, wo A die Grösse der widerstehenden Flächen bezeichnet und gesetzt wurde $A = 70$ Quadratfuss $+$ 10 Quadratfuss mal der Anzahl der vorhandenen Wagen, Locomotive und Tender inbegriffen (also bei 31 Bahnwagen der widerstehende Querschnitt $A = 70 + 33 \,.\, 10 = 400$ Quadratfuss). Weiter ist $\delta = {}^1/_7$ die durch die Ladung verursachte Zunahme der Maschinenreibung. Endlich bezeichnet F die Reibung der Locomotive allein, wofür **Pambour** im Mittel 15 Pfd. pro Tonne, also $2^1/_2$ Mal soviel als die Reibung der Bahnwagen setzte. Genauer $F = (7 \,.\, q + 48)$ Pfd. oder $F = (7 \,.\, q + 59)$, je nachdem die Räder der Locomotive frei oder gekuppelt sind.

1) Dampfwagen (deutsche Uebersetzung), S. 102.

2) Institution of Civil-Engineers, Vol. 5, Session 1846, p. 369.

3) Ebendaselbst, p. 389.

Scott Russel, letztere unter Benutzung der damals bekannt gewordenen Morin'schen Zug-Dynamometer (Bd. 1, S. 201).

Aus allen diesen Versuchen construirte Scott schliesslich eine Formel für den Zugwiderstand, welche unter dem Namen Harding's Formel (dem Verfasser des unten citirten Aufsatzes) bekannt ist[1]).

Ungeachtet einer interessanten tabellarischen Zusammenstellung, aus welcher erhellen sollte, wie sehr die Scott-Harding'sche Formel mit der Erfahrung übereinstimmte[2]), konnte man sie nicht von dem Vorwurfe frei sprechen, dass in ihr, bei Berechnung des Luftwiderstandes, bloss die Stirnfläche des vordersten Wagens und nicht, wie es sein sollte und wie es Pambour machte, auch die Anzahl Wagen des Trains in Betracht gezogen war.

Noch andere beachtenswerthe (dynamometrische) Versuche stellte 1847 Gooch auf der Bristol und Exeter Bahn (von 7 Fuss Spurweite) an[3]), deren Resultate sich in Clark's Locomotivwerke zusammengestellt finden und aus welchen sich Sewell bemühte, eine passende Formel aufzustellen[4]).

Sewell's Formel wurde nicht mit Unrecht der Vorwurf gemacht[5]), dass der Luftwiderstand nicht dem Volumen des Zuges proportional sein könne, sowie auch, dass die der ersten Potenz der Fahrgeschwindigkeit proportional gesetzten Widerstände, welche die Bahnunebenheiten und die schlängelnden Bewegungen der Wagen darstellten, zu klein in Rechnung gebracht wären.

Eine Hauptfrage, nämlich die nach den Vortheilen der breitspurigen (siebenfüssigen) englischen Bahnen über die schmalspurigen (4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll),

---

1) Bezeichnet W den Totalwiderstand in englischen Pfunden unter Voraussetzung einer geraden, horizontalen Bahnstrecke, T das Gewicht des betreffenden Wagenzuges (ohne Hinzurechnung der Locomotive) in engl. Tonnen, V die Zuggeschwindigkeit in engl. Meilen pro Stunde und A die Zahl der Quadratfusse der Stirnfläche des vorderen Wagens, so sollte sein:

$$\frac{W}{T} = 6 + \frac{V}{3} + \frac{0{,}0025\, A\, V^2}{T}.$$

Harding, „On the resistance to railway trains at different velocities", im bereits citirten fünften Bande der Institution of Civil-Engineers, p. 405. Ueber Harding's Formel sehe man auch Heusinger's Organ, Bd. 9 (1854), S. 144 und Bd. 10, S. 78.

2) A. a. O., p. 400.

3) Minutes and proceedings of the institution of Civil-Engineers, Vol. 7 (1848), p. 292; Observations on the resistances to railway trains at different velocities. By Daniel Gooch.

4) Nach Tredgold's Werke „Locomotive and Stationary Engine". Neueste Ausgabe von J. Weale, jedoch ohne Jahrzahl (wahrscheinlich 1860), S. 53 ist die Sewell-Gooch Formel, unter Beibehaltung der Harding'schen Bezeichnungen und wenn L das Locomotivgewicht nebst Tender in engl. Tonnen, sowie B das Volumen des Zuges in engl. Cubikfussen bezeichnet:

$$W \text{ Pfd.} = T\left(6 + \frac{V}{15}\right) + L\left(5 + \frac{V}{2} + 0{,}00004\, TV^2\right) + 0{,}00002\, BV^2.$$

5) Clark, Railway-Machinery, Vol. 1, p. 298, in der Note, und Redtenbacher, Die Gesetze des Locomotivbaues, S. 8.

wurde auch durch die Versuche von Gooch nicht ganz bestimmt entschieden, obwohl sich herausstellte, dass die Zugwiderstände der breitspurigen Bahn unter sonst gleichen Umständen geringer waren[1]).

Später stellte Clark auf mehreren schottischen Eisenbahnen (von schmaler Spurweite) Versuche über die Zugwiderstände an und zwar in der Weise, dass er (wie später Welkner und Bauschinger, S. 523) mit Hülfe des Mac Naught'schen Indicators an der den Zug fortschaffenden Locomotive Dampf- (Kolben-) Diagramme entnahm und aus der dadurch gefundenen mittleren Dampfspannung im Dampfcylinder den Bahnwiderstand pro Tonne ermittelte[2]).

Aus diesen und den bereits gedachten Versuchen von Gooch leitete Clark für den Totalwiderstand eines Zuges (Locomotive, Tender und Train inbegriffen) pro Tonne die (bereits S. 328 citirte) Formel ab:

$$\left(8 + \frac{V^2}{171}\right) \text{ Pfund engl.}^{3)},$$

wenn V die Geschwindigkeit in englischen Meilen pro Stunde bezeichnet.

Mit Beachtung des Widerstandes, um welchen eine Bahncurve von ϱ Fuss Krümmungshalbmesser die Zugkraft vermindert, nach den Schätzungen englischer Ingenieure[4]), sowie unter Voraussetzung einer Bahn-Ansteigung von

1) Clark, a. a. O. p. 300 (Chapter VII): Comparison of train resistances on the broad and narrow guages 7 feet, and 4 feet $8^1/_2$ inches.

2) A. a. O. p. 298 (Chapter III.). Man sehe auch weiter unten.

3) Clark, Railway-Maschinery, Vol. 1, p. 297.

4) Ebendaselbst, p. 301 und Drysdale in der Institution of Civil-Engineers, Vol. 15 (1856), p. 349; On steep gradients of railways, p. 355. Nach Clark würde für das Glied $\left(1 + \frac{300}{\varrho}\right)$ nur $\left(1 + \frac{200}{\varrho}\right)$ zu setzen sein, so dass sich bei $\varrho = 1000$ Fuss der Gesammtwiderstand um 20 Procent vergrösserte. Neueren Erfahrungen entspricht die oben angenommene Grösse bei Weitem besser. Fink (Heusinger's Organ 1866, S. 72) will sogar $\left(1 + \frac{600}{\varrho}\right)$ noch angemessen finden. Noch besser sehe man, was hierüber bei Gelegenheit der Redtenbacher'schen Formeln gesagt ist. Für die Semmeringbahn rechnete Drysdale, a. a. O. p. 355 wie nachstehend, wobei $T = 165$ Tonnen, $V = 11{,}4$ engl. Meilen, die Steigung $\sin.\,\alpha = {}^3/_{40}$ und $\varrho = 600$ Fuss und Z ($= W$) die Zugkraft in Pfunden ist:

$$\frac{Z}{T} = 8\left(1 + \frac{300}{600}\right) + \frac{130}{171} + \frac{2240}{40} = 12 + 0{,}76 + 56 = 68{,}76 \text{ Pfd.};$$

also, weil $T = 165$:

$$Z = 68{,}76 \,.\, 165 = 11400 \text{ Pfd.}$$

Da sich die Fahrgeschwindigkeit in Fussen pro Secunde berechnet zu $V_1 = \frac{5280 \,.\, 11{,}4}{3600} = 16{,}72$ Fuss, so erhält man für die von der Locomotive zu entwickelnden Maschinenpferdekräfte:

$$N = \frac{11400 \,.\, 16{,}72}{550} = 345 \text{ in runder Zahl.}$$

Mit der berechneten Zugkraft von 11400 Pfd. würde man auf der horizon-

α Grad Neigungswinkel, lässt sich hiernach für die Zugkraft $Z = W$ (in engl. Pfunden) parallel der Bahn setzen, wenn T_1 in englischen Tonnen gegeben ist:

$$Z = T_1 \left[\left(8 + \frac{V^2}{171}\right)\left(1 + \frac{300}{\varrho}\right) + 2240 \sin. \alpha\right]$$

Für die Grösse der widerstehenden Arbeit erhält man sodann, wenn V die Zuggeschwindigkeit in englischen Fussen bezeichnet:

$$Z V = T_1 \left[\left(8 + \frac{V^2}{171}\right)\left(1 + \frac{300}{\varrho}\right) + 2240 \sin. \alpha\right] V.$$

In Maschinenpferdekräften (à 550 Fusspfund engl.) ausgedrückt, also:

$$N = \frac{Z V}{550}.$$

Grove räth (a. a. O., S. 172), die einfache Clark'sche Formel mit etwas modificirten Coefficienten zu benutzen und für schwere Züge, wo $T_1 > 100$ Tonnen, für Metermaasse und Kilogramme zu setzen:

$$Z = T_1 \left[2{,}25 + \frac{V^2}{80} \pm 1000 \,.\, i\right]$$

für günstige Verhältnisse, gut unterhaltene Wagen und Bahn, Curven mit grossen Radien [1]) und schwachem Wind. Dagegen zu nehmen:

$$Z = T_1 \left[4{,}0 + \frac{V^2}{50} \pm 1000\, i\right]\ ^{2)}$$

unter ungünstigen Verhältnissen.

---

talen und geraden Bahnstrecke fördern können $T = \frac{11345{,}40}{8{,}76} = 1295{,}13$ Tonnen, was demnach einer Leistung entspricht von:

$$T \,.\, V = 1295{,}13 \,.\, 11{,}4 = 14764{,}48 \text{ Meilen-Tonnen,}$$

oder da 11,4 engl. Meilen = 19 Kilometer und 1295,13 engl. Tonnen = 1315,85 franz. Tonneaux sind:

$$T^1\ V^1 = 1315{,}85 \,.\, 19 = 25001{,}15 \text{ Kilometer-Tonneaux.}$$

Diese Leistungen, verglichen mit denen der stärksten Maschinen vom Jahre 1832 (S. 353) zeigt eine Vermehrung um mehr als das Siebenfache. Der Verfasser hält es übrigens für richtiger, das Glied $\left(1 + \frac{300}{\varrho}\right)$ so einzuführen, wie die Formel im Texte erkennen lässt.

1) Nach Versuchen auf der Altona-Kieler-Eisenbahn (Heusinger's Organ, Jahrg. 1870, S. 135) soll angemessen construirtes Betriebsmaterial in Curven von 450 Meter Radius und darüber keinen grösseren Widerstand geben, als in der geraden Linie.

2) Nach dieser Formel berechnet sich der Zugwiderstand der von Herrn Krauss für die Uetlibergbahn gelieferten Locomotive (S. 512, Fig. 417 u. 418) wie folgt: Die grösste Fahrgeschwindigkeit, pro Stunde zu 20 Kilometer, also $V = \frac{20000}{3600} = 5{,}55$ angenommen, und für das Befahren der stärksten Steigung von 70 pro Mill. [$T_1 = T + L = 25 + 25 = 50$ Tonnen]

$$Z = 50 \left[4 + \frac{(5{,}55)^2}{50} + 70\right] = 50\,[74 + 0{,}616] = 3731 \text{ Kil.}$$

Tobler berechnet dafür (a. a. O. S. 22) $Z = 3750$ Kil.

Hierin ist überall T_1 das ganze Zuggewicht incl. Tender und Maschine in Tonnen, also $T_1 = Q + q + L$, wenn q das Gewicht des Tenders und L das Gewicht der Locomotive allein bezeichnet. Ferner bezeichnet V die Fahrgeschwindigkeit in Metern pro Secunde und $i = sin.\ \alpha$ das Steigungsverhältniss der Bahn. Das Zeichen + gilt für die Bergfahrt und — für die Thalfahrt ohne Gebrauch der Bremse.

Aus den Versuchswerthen und Formeln von Pambour, Harding und Gooch stellte Redtenbacher in seinem oft citirten Werke: „Die Gesetze des Locomotivbaues“ eine Gleichung für den Widerstand des Trains und der Locomotive auf, die jedenfalls beachtenswerth ist, jedoch den allerneuesten Erfahrungen gemäss zu grosse Werthe giebt [1]).

Ausser den angeführten Bestrebungen englischer Ingenieure, durch wiederholte Versuche zutreffendere Anhaltspunkte über den Widerstand der Fuhrwerke auf Eisenbahnen zu gewinnen, sind zwar auch französische und deutsche Ingenieure und Sachverständige bemüht gewesen, zur Lösung der vorliegenden wichtigen Aufgabe Beiträge zu liefern (in Frankreich Lechatelier, Polonceau, Gouin, Forquenot [2]), Dieudonné [3]) u. A., in Deutschland

---

Nach Krauss berechnet sich die Pferdekraftzahl = N dieser Locomotive zu $N = \frac{p}{2} \cdot \frac{d^2}{75} \cdot \frac{l}{D} \cdot V = \frac{12}{2} \cdot \frac{32^2 \cdot 54}{75 \cdot 91} \cdot 5{,}55 = 269$. Vorausgesetzt, dass die Dampfspannung im Kessel = 12 Atm. = 12 Kilogr. pro Quadrat-Centimeter ist und der effective Dampfdruck gleich der Hälfte des Kesseldrucks genommen wird.

1) Für englische Maasse setzt Redtenbacher den Totalwiderstand W^1:

$$W_1 = T_1 (6 + {}^1/_{15}\, V_1) + L_1 (14 + 0{,}5\, V_1) + 0{,}0025\, (F_1 + {}^1/_4\, if)\, V_1^2 + 2240\, sin.\ \alpha\, (T_1 + L_1) + K_1 + {}^1/_7\, W_1.$$

Hier bezeichnet T_1 das Gewicht des Trains in engl. Tonnen, L_1 das der Locomotive in eben solchen Tonnen, V_1 die Geschwindigkeit des Trains in engl. Meilen pro Stunde, F die Stirnfläche der Locomotive, f die eines Wagens und i die Anzahl der letzteren, sowie endlich K_1 den Widerstand der Bahnkrümmungen darstellt. Für letzteren Werth entwickelt Redtenbacher (S. 17 a. a. O.) den Ausdruck $K = T_1\, \varphi\, \frac{e + \Delta}{\varrho}$, wenn φ den Reibungscoefficienten für das Schleifen der Räder auf der Bahn ($\varphi = {}^1/_3$ gesetzt?), e die halbe Spurweite der Bahn und Δ den halben Achsstand der Wagen bezeichnet, endlich ϱ der Krümmungshalbmesser der Bahnstrecke ist. Auch diese Formel für den Curvenwiderstand hat gar keine praktische Bedeutung, obwohl sie die bei der Aufstellung einer solchen vor Allem zu beachtende Grösse, wie Achsstand und Spurweite in Betracht zieht. Offenbar gilt diese Formel nur für einen vierrädrigen isolirten Wagen, nicht aber für einen Train aus einer beliebigen Anzahl von Fuhrwerken, gar nicht zu gedenken, dass nicht unwichtige Elemente ausser Betracht geblieben sind.

2) Eine Uebersicht der von französischen Ingenieuren angestellten Versuche findet sich in Perdonnet's Traité élémentaire des chemins de fer, Vol. 3 p. 415 u. s. w. und in Vol. 4, p. 371 u. s. w. Ueber die auf der Lyoner Eisenbahn angestellten Versuche berichtet Couche in seinem Werke „Voie Materiel Roulant“, Tome III. (1874), p. 632, §. 305.

3) Colburn's Engineering, Vol. 4 (1867), Nr. 93, p. 340 u. s. w. Eine

Garcke[1]), Welkner[2]), Schmidt[3]), Kirchweger[4]), v. Weber[5]) etc.), zur Zeit ist das erwünschte Ziel indess noch als unerreicht zu bezeichnen.

Hervorgehoben zu werden verdient, dass der leider kürzlich verstorbene Präsident des Pariser Ingenieur-Vereins (Société des Ingenieurs-Civils) Perdonnet bereits 1865 einen Preis von 2000 Franken für Lösung der fraglichen Aufgabe ausschrieb, deren Programm sich an der unten citirten Stelle[6]) abgedruckt vorfindet und wobei im Eingange das Thema folgendermaassen übersichtlich zusammengefasst ist: „Déterminer, par des expériences multipliées, la résistance de véhicules et des machines locomotives à la fraction sur chemin de fer, en tenant compte de toutes les circonstances qui peuvent les modifier."

Bis jetzt scheinen sich nur die unten citirten französischen Ingenieure um Lösung dieser Aufgabe und Erlangung des Perdonnet'schen Preises bemüht zu haben. Indess lassen auch diese Versuche noch zu wünschen übrig[7]), und kann sich der Verfasser nur dazu verstehen, die daraus nach Harding gemodelten Formeln für den Zugwiderstand unten zu notiren[8]), bis auf

---

Uebersicht der Resultate, welche von den Ingenieuren Vuillemin, Guébhard und Dieudonné aus Versuchen auf der französischen Ostbahn erlangt worden.

1) Garcke (Versuche auf der Thüringischen Eisenbahn) in Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 5 (1855), S. 228 u. s. w.

2) Die Locomotive, Göttingen 1859.

3) Zeitschrift des österreichischen Ingenieurvereins, Jahrgang 1857, S. 338 und 474.

4) Mittheilungen des Gewerbevereins für das Königreich Hannover, Jahrgang 1862, S. 229.

5) Heusinger's Organ, Bd. 18 (1863), S. 1.

6) Traité élémentaire des chemins de fer, Tome 4, p. 381.

7) Eine Kritik der Versuche von Vuillemin, Guébhard und Dieudonné findet sich in dem Journale „The Engineer" vom 25. October 1867, p. 361.

8) Colburn's Engineering vom 25. October 1867, p. 385. Hieraus in Heusinger's Organ etc., Jahrgang 1868, S. 86 und 126; ferner auch Couche im vorgenannten Werke „Voie Matériel Roulant etc.", Tome III. (1874), p. 647 (französische Maasse), W^1 bezeichnet den Widerstand der passiven Wagen von Q Tonnen Gewicht ohne Locomotive.

1. Für Güterzüge:

Wenn mit Oel geschmiert wird: $\frac{W^1}{Q} = 1,65 + 0,05\ V$

" " Fett " " $\frac{W^1}{Q} = 2,30 + 0,05\ V$

Für Geschwindigkeiten (V) von 12 bis 32 Kilometern pro Stunde (oder 7,49 bis 19,87 engl. Meilen) oder auch 1,617 bis 4,312 deutsche Meilen.

2. Für Personen- und gemischte Züge, mit Geschwindigkeiten pro Stunde von 32 bis 50 Kilometern (19,87 bis 31,0 engl. Meilen oder 4,31 bis 6,73 deutsche Meilen):

$$\frac{W^1}{Q} = 1,80 + 0,08\ V + \frac{0,009\,A V^2}{Q}$$

Weiteres aber den Ausdruck zur Berechnung der Zugkraft hier aufzunehmen, welchen Grashof in der sechsten Auflage (1875) der Redtenbacher'schen Resultate S. 265 und 266 (in der Note) mittheilt. Dieser unter Berücksichtigung neuerer Erfahrungen gefundene Ausdruck ist folgender:

$$\overset{\text{Kil.}}{Z} = 1{,}15\ W_1 + 3\ L, \text{ worin } W_1 \text{ ist:}$$

$$W_1 = (Q + q)[1{,}4 + 0{,}014\ V^2 + 1000\,i] + L\,[2 + 0{,}50\ V + 1000\,i] + 0{,}80\ V^2.$$

Hierin bezeichnet wie vorher Q das Gewicht der sämmtlichen Wagen, q das des Tenders, L das Gewicht der Locomotive mit Wasserfüllung in Tonnen zu 1000 Kilogramm und V die Fahrgeschwindigkeit des Zuges in Metern pro Secunde [1]).

Um zu beurtheilen, welche Resultate vorstehende Formeln (unter den gemachten Voraussetzungen) geben, benutzen wir dieselbe zur Berechnung des Zugwiderstandes und der correspondirenden widerstehenden Arbeit der S. 502 beschriebenen und abgebildeten Locomotive „Teufelsmauer" der Braunschweiger Bahnen.

Nach den zuverlässigen Mittheilungen des Herrn Baurath Scheffler in Braunschweig zog diese Maschine, bei nicht zu ungünstigem Wetter, auf einer Steigung von $^1/_{80}$ auf der 1,98 deutsche Meilen langen Strecke von Holzminden nach Stadtoldendorf 40 Achsen (20 Wagen) beladener Kohlenwagen und einen (dreiachsigen) Vorläufer, in Summa 43 Achsen im Gewichte von 6550 Zollcentner, und brauchte dazu 45 Minuten Fahrzeit. Ausdrücklich hervorgehoben wird hierbei, dass die Resultate die Maximalleistung der Locomotive sind.

Das Gewicht der Locomotive im fahrbaren Zustande war 800 Ctnr., das

---

3. Für Personenzüge, mit Geschwindigkeiten pro Stunde von 50 bis 65 Kilometer (31,0 bis 40,36 engl. Meilen oder 6,73 bis 8,76 deutsche Meilen):

$$\frac{W^1}{Q} = 1{,}80 + 0{,}08\ V + \frac{0{,}006\,A V^2}{Q}$$

4. Für Schnellzüge (Courierzüge), 8 bis 10 Wagen mit Geschwindigkeiten pro Stunde von 70 bis 80 Kilometer (oder 43,47 bis 49,68 engl. Meilen oder 9,42 bis 10,78 deutsche Meilen):

$$\frac{W^1}{Q} = 1{,}80 + 0{,}14\ V + \frac{0{,}004\,A V^2}{Q}$$

Ueberall soll A nur die Stirnfläche des Trains in Quadratmetern bezeichnen und wird gerathen $A = 5$ Quadratmeter zu setzen. Jedenfalls ist für Personen- und Schnellzüge diese Annahme doppelt falsch und dürfte die Pambour'sche (S. 530 u. 531, Note) oder Redtenbacher'sche Regel zu wählen oder endlich nach dem von Garcke gemachten Vorschlage (die vorher citirten Versuche auf der Thüringer Bahn) zu verfahren sein. Letzterer Ingenieur setzt A = Querschnitt des grössten Wagens + 5 Quadratfuss mal Zahl der Achsen (bei dem aus 24 Achsen bestehenden Versuchstrain 85 + 5 . 24 = 205 Quadratfuss). Man erkennt leicht, dass die möglichst entsprechende Bestimmung von A um so wichtiger wird, je schneller man fährt, je grösser also V ist.

1) Das Glied 0,50 $L.V$, wodurch der Bahnwiderstand der Locomotive ausgedrückt ist, bezeichnet Grashof am wenigsten zuverlässig. Dieser Widerstand hängt aber auch vorzugsweise von den störenden Bewegungen der Locomotive ab und ist mit der Bauart derselben vermuthlich in ziemlich hohem Grade verschieden.

des Tenders 400 Ctnr. Vom Tender werden $5^1/_2$ Tonnen des Locomotivgewichtes getragen. Am Kessel zeigte das Manometer eine Dampfspannung von $6^2/_3$ Atmosphären Ueberdruck.

Hiernach ist

$$Q = \frac{6550}{20} = 327,5 \text{ Tonnen,}$$

$$L = \frac{800 - 110}{60} = \frac{690}{20} = 34,5 \text{ Tonnen,}$$

$$q = \frac{400 + 110}{20} = \frac{510}{20} = 25,5 \text{ Tonnen,}$$

$$Q + q = 327,5 + 25,5 = 353 \text{ Tonnen,}$$

$$T = 353 + 34,5 = 387,5 \text{ Tonnen.}$$

Ferner ist $V = 1,98 \cdot \frac{60}{45} = 2.64$ deutsche Meilen pro Stunde $= 2,64 \times 7,42 = 19,59$ Kilometer oder $V = 5,44$ Meter pro Secunde, $i = sin.\ \alpha = 1/_{80}$; daher wenn $A = 7$ Quadratmeter[1]) gesetzt wird, nach Grashoff's Formel:[2]) $Z = 6624,70$ Kilogramm.

Die widerstehende Arbeit $= \mathfrak{A}$ pro Secunde beträgt demnach, wenn man beachtet, dass 19,59 Kilometer pro Stunde einer Geschwindigkeit von 5,44 Meter pro Secunde entsprechen:

$$\mathfrak{A} = 6624,7 \ . \ 5,44 = 36038,268 \text{ Meterkilogramm,}$$

oder in Maschinenpferden $= N$ ausgedrückt:

$$N = \frac{36038,368}{75} = 480.$$

Nach Redtenbacher's Formel (S. 535, Note 1) würde man erhalten haben:

$$N = 523,$$

Nach Clark-Grove's Formel berechnet sich $Z = 17,092\ (T + L)$,

also da $T_1 = 327,5 + 25,5 + L = 353 + L$,

oder wegen $L = 34,5$ auch $T + L = 353,0 + 34,5 = 387,5$ ist:

$$Z = 17,092 \ . \ 387,5 = 6623,1 \text{ Kilogramm, folglich}$$

$$\mathfrak{A} = 6623,1 \ . \ 5,44 = 36029,664 \text{ Meterkilogramm}$$

und daher

$$N = \frac{36029,664}{75} = 480$$

Untersucht man, welche Tonnenzahl $= Q$ die Maschine „Teufelsmauer“

1) Hätte man die Fläche A in der S. 537 (Note) angegebenen Weise bestimmt, so würde man erhalten haben: $A = 8,40 + 0,5 \ . \ 48 = 32,4$ Quadratmeter. Wird dieser Werth für A, statt oben 7 Quadratmeter in Rechnung gebracht, so ändert dies das Endresultat, wegen der geringen Fahrgeschwindigkeit der (Güterzug-) Maschine, fast gar nicht.

2) Speciell erhält man:

$$W_1{}^{Kil.} = 353\ [1,4 + 0,414 + 12,5] + 34,5\ [2 + 2,72 + 12,5] + 23,672, \text{ d. i.}$$

$$W_1 = 5670,61 \text{ Kil., folglich:}$$

$$Z^{Kil.} = W^{Kil.} = 1,15 \ . \ 5670,61 + 3 \ . \ 34,5 = 6624,7 \text{ Kilogramm.}$$

unter sonst gleichen Umständen auf einer ganz horizontalen Bahnstrecke (wahrscheinlich) ziehen kann, so findet sich:

$$Q = 2997 \text{ Tonnen}$$ [1],

Mit Hinzurechnung des Tendergewichts = 25,5 Tonnen also:

$$Q + q = 3032,50 \text{ Tonnen.}$$

Demnach würde die geleistete mechanische Arbeit bei der Fahrgeschwindigkeit von 12,17 engl. Meilen pro Stunde betragen haben:

$$3032,50 \,.\, 12,17 = 36906 \text{ Meilen-Tonnen.}$$

Diese Leistung ist also das Achtzehnfache einer der stärksten Locomotiven, z. B. der Maschine „Atlas" im Jahre 1832 (S. 333).

Wir untersuchen schliesslich nur noch, welche Grösse der sogenannte Adhäsionscoefficient oder das Verhältniss des Trainwiderstandes zu dem Gewichte, welches auf den Triebrädern ruht, d. i. f_a (S. 312) haben muss, damit die Triebräder der Locomotive „Teufelsmauer" während der Fahrt nicht glitschen.

Mit Bezug auf die bereits S. 312 (Note 2) über denselben Gegenstand gemachten Erörterungen erhalten wir zuerst allgemein:

$$c \,.\, W = 1000 \,.\, f_a \,.\, L_1,$$

W in Kilogrammen und L_1 in Tonnen à 1000 Kilogramm = 2000 Zollpfd. als das auf den Triebrädern ruhende Gewicht vorausgesetzt. Nimmt man $c = 1$, so ergiebt sich[2]):

$$f_a = \frac{W}{1000 \,.\, L_1},$$

also für die Locomotive „Teufelsmauer" (nach Clark-Grove):

$$f_a = \frac{6623}{34500} = \frac{1}{5,2} = 0,19.$$

Hiernach wird diese Locomotive, wenn sie die angegebene Maximallast von 353 Tonnen auf der schiefen Ebene von $^1/_{80}$ Ansteigung bei einigermaassen schlechtem Wetter ziehen soll, die Sandstreuvorrichtung (S. 459, Fig. 370) durchaus nicht entbehren können[3]).

---

1) Man erhält nämlich nach der Grashoff'schen Formel:

$$6624,7 = (Q + 25,5)\,[1,4 + 0,014 \,.\, (29,59)] + 34,5\,(2 + 0,05 \,.\, 5,44) + 0,8 \,.\, 29,59, \text{ d. i. } 6624,7 = (Q + 25,5) \,.\, 1,814 + 7838 + 23,672, \text{ oder}$$

$$6624,7 = 1,814 \,.\, Q + 46,257 + 78,384 + 23,672, \text{ also}$$

$$Q = \frac{5670,60 - 232,82}{1,814} = \frac{5437,78}{1,814} = 2997 \text{ Tonnen.}$$

2) Redtenbacher (Locomotivenbau, S. 279) nimmt $c = 1,1$ und zu betreffende Gewichtsberechnungen $f_a = {}^1/_6$, entsprechend dem Zustande der Schienen und Räder bei feuchtem, nebligem Wetter. Für ganz trockene Witterung, wenn die Schienen leicht bestaubt sind, soll nach demselben Schriftsteller $f^a = {}^1/_3$ und bei Regen und Schneewetter $f_a = {}^1/_{10}$ sein. Hinzuzufügen ist, dass bei Glatteis der Adhäsionscoefficient bis auf $^1/_{20}$ herabsinken kann.

Gegenwärtig sind die meisten Fachmänner der Ansicht, dass man beim Construiren $f_a = {}^1/_9$ bis $^1/_7$ nimmt.

3) Der wiederholt rühmlichst erwähnte Eisenbahn-Ingenieur und jetzige Di-

Für die Uetlibergbahnlocomotive (S. 512, Fig. 417 u. 418), wo $T_1 = Q + L = 50$ Tons, $V = 5{,}55$ Meter pro Secunde und $i = \frac{70}{1000}$ war, berechnet sich Z nach Clark-Grove zu $Z = 50 \left[4 + \frac{38{,}8}{50} + 70\right] = 3730{,}8$ und daher, wenn $c = 1$ gesetzt wird:

$$f_a = \frac{3731}{25 \, . \, 1000} = \frac{1}{6{,}70} = 0{,}15.$$

Bei der österreichischen Berglocomotive „Steyerdorf“ [1] $Q = 110$ Tonnen (bei 25 Wagen mit 50 Achsen), $q = 15{,}2$ Tonnen, $L = 42{,}4$ Tonnen, berechnet sich für eine Fahrgeschwindigkeit von $V = 1{,}60$ Meilen oder 12,14 Kilometer pro Stunde, die Steigung $= {}^1/_{50}$ und einen Krümmungshalbmesser $\varrho = 113{,}8$ Meter.

$$f_a = \frac{4599{,}12}{1000 \, . \, 42{,}4} = \frac{1}{9{,}2} = 0{,}109.$$

Mit Beachtung des Widerstandes in der Curve, gestaltet sich hier die Clark-Grove'sche Formel, da $T = Q + q + L = 167{,}6$ Tons ist, zu $Z = T\left[4\left(1 + \frac{92}{\varrho}\right) + \frac{V^2}{50} + 1000\, i\right]$, oder, weil $V = \frac{12140}{3600} = 3^m{,}37$ pro Secunde:

$$Z = 167{,}6 \left[4\left(1 + \frac{92}{113{,}8}\right) + \frac{11{,}36}{50} + \frac{1000}{50}\right] = 4602{,}30 \text{ Kilogramm.}$$

Sonach berechnet sich hier der Adhäsionscoefficient f_a zu

$$f_a = \frac{4602{,}3}{1000 \, . \, 42{,}4} = \frac{1}{9{,}21} = 0{,}108.$$

Mittelst Gleichung II lässt sich auch die wichtige Frage beantworten, wieviel Triebachsen eine Locomotive unter gegebenen Bedingungen erhalten muss.

Nach den bereits früher bei den passiven Eisenbahnfuhrwerken (S. 266)

---

rector Krauss in München hält, nach seinen Erfahrungen, bei starkem Nebel, selbst bei Anwendung von gutem Sand, für das sogenannte Anfahren der Züge einen Adhäsionscoefficienten von ${}^1/_6$ als schon zu gross (Heusinger's Organ, Jahrgang 1866, S. 16).

1) Beschreibung der zur Pariser Ausstellung im Jahre 1867 von der k. k. priv. österr. Staats-Bahn-Gesellschaft gesendeten Berglocomotive „Steyerdorf“, S. 4: Diese Locomotive wurde, nach dem Kirchweger'schen Muster, als Maschine mit „Blindachse“ (S. 372, Fig. 315) vom Ing. Fink in Wien für den Dienst der Bergbahn von Orawitza nach Steyerdorf (Banat) bestimmt, welche die Verbindung zwischen Kohlengruben und Eisenhütten vermittelt. Ausführliches über diese Maschine und über noch zwei andere derselben Bahn (Krassova und Gerliste mit Namen) findet sich in folgenden Quellen: Heusinger's Organ etc. Jahrg. 1865, S. 68 und Jahrg. 1867, S. 232, ferner auch in Heusinger's Handbuche etc. Bd. III, S. 938, §. 9 unter der Ueberschrift „Locomotivsystem Fink“.

In dem bereits wiederholt erwähnten Zeichnungs-Werke „Locomotive Typen etc.“ der k. k. priv. österr. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft ist dies Maschinensystem unter der Ueberschrift: Type 34, gebaut 1862, Locomotive mit zehn gekuppelten Rädern etc. aufgeführt.

erwähnten „technischen Vereinbarungen etc.“ (Constanzer Versammlung, Juni 1876, S. 18, §. 105) soll auf eine Locomotivachse kein grösseres Gewicht kommen als 14 Tons oder 280 Ctnr. und bei der Gewichtsvertheilung auf die Vorderachse mindestens $^1/_4$ des Maschinengewichts gebracht werden [1].

Nach Prof. Grove (a. a. O., S. 199) entspricht man diesen letzteren Bestimmungen am besten dadurch, dass man den Druck $\mathfrak{P}$ (in Tonnen) ermittelt, welchen ein Rad vom Durchmesser $\mathfrak{D}$ (in Metern) gegen die Bahnschienen ausübt und zwar unter Benutzung der Formeln

$$\mathfrak{P} < 5 \sqrt{\mathfrak{D}} \text{ bei Personenlocomotiven und}$$

$$\mathfrak{P} \leq 6 \sqrt{\mathfrak{D}} \text{ bei Güter- u. Rangirmaschinen.}$$

Hierbei ermittelt man $\mathfrak{D}$ durch die Gleichung: $\mathfrak{D} = 0^m{,}95 + 0{,}04\ V$, wenn V die Fahrgeschwindigheit pro Secunde ist.

Derselbe Autor (a. a. O., S. 174) erhielt auch aus der Vergleichung zahlreicher Locomotiven für das Gewicht $= L$ der letzteren:

$$L^{Tons} = 15^T + \frac{F^{\square m}}{6} \text{ für Locomotiven mit Schlepp-Tender und}$$

$$L^{Tons} = 11^T + \frac{F^{\square m}}{3} \text{ für Tender-Locomotiven,}$$

wenn F die Gesammtheizfläche des Kessels in Quadratmetern bezeichnet.

Zusatz. Notizen über Heizfläche, Rostfläche, Wasser- und Brennmaterialverbrauch und über Reparaturkosten der Locomotiven.

1) Heiz- und Rostfläche. Pambour sprach bekanntlich den Satz aus, „dass in dem Feuerkasten und dem Kessel einer Locomotive die Quelle ihrer Leistungen liege“ [2], eine in der That unverkennbare Wahrheit, auf welche hier nur deshalb hingewiesen wird, um die Bedeutung des Gegenstandes noch mehr hervorzuheben.

Wie überall im Gebiete der angewandten Mathematik und Physik, so lässt sich auch die für eine Locomotive erforderliche Heiz- und Feuerfläche berechnen, sobald man die dazu erforderliche Grundlagen bestimmmt zu bilden vermag [3]. Allein letzteres ist mehr oder weniger nicht der Fall, wenn man den Anforderungen der Praxis gehörig Genüge leisten will; weshalb man auch gewöhnlich Regeln folgt, die man aus Erfahrung und rationellen Schlüssen zu bilden bemüht gewesen ist.

Da bei den Locomotivkesseln wie bei den Kesseln der stationären Dampfmaschinen (Bd. 1, §. 105) die Grösse der Rostfläche mit der Feuerflächengrösse in einem unmittelbaren Zusammenhange steht, so kann man mit Clark [4]), zuerst die Rostfläche berechnen und aus dieser die Heizfläche durch die Regel bestimmen, dass letztere das 80- bis 100-fache der ersteren zu nehmen ist, je nachdem unter sonst gleichen Umständen das Brennmaterial sehr gut oder weniger gut ist und die Heizröhren kurz oder lang sind.

---

1) Man sehe hierüber auch die Note 1, S. 451 dieses Bandes.

2) Clark, Railway-Machinery, p. 126.

3) Redtenbacher, Die Gesetze des Locomotivbaues, S. 184.

4) Railway-Machinery a. a. O., p. 307.

Bezeichnet R die Rostflächengrösse in Quadratfussen, a die Dampfadmission in den Cylindern und zwar in Procenten des Kolbenschubes, Z die Zugkraft eines Trains und V die Fahrgeschwindigkeit in englischen Meilen, pro Stunde, so ist (annäherungsweise) nach Clark:

$$R = \frac{(0{,}0275\ a + 1{,}75)}{42187}\ Z\ .\ V\ ^{1)}.$$

Professor Grove (a. a. O., S. 132) giebt folgende Verhältnisse als die jetzt üblichen an, wobei wie S. 391, F die (totale) Heizfläche und R die Rostfläche bezeichnet:

Cokesfeuerung	Personenzugmaschinen	$\frac{F}{R} = 70$ bis 90
	Güterzugmaschinen	$\frac{F}{R} = 80$ bis 100
	Gebirgsmaschinen	$\frac{F}{R} = 120$
Steinkohlen-feuerung	Personenzugmaschinen	$\frac{F}{R} = 50$ bis 70
	Güterzugmaschinen	$\frac{F}{R} = 60$ bis 80
	Gebirgsmaschinen	$\frac{F}{R} = 100.$

Später Seite 198 a. a. O. giebt Professor Grove allgemein folgende Regeln, wenn man mit B das Gewicht des Brennmaterials in Kilogrammen bezeichnet, welches pro Stunde auf dem Roste verbrannt werden soll:

---

1) An anderer Stelle (a. a. O., p. 117 und 307) findet Clark das pro Stunde und pro Pferdekraft erforderliche Cokesquantum zu $(0{,}0275\ a + 1{,}75)$ Pfd. engl. Wird nun weiter angenommen, dass auf jedem Quadratfusse Rostfläche 100 Pfd. Cokes verbrannt werden können, so ergiebt sich, wenn N die Zahl der Maschinenpferdekräfte der Locomotive ist:

$$R = \frac{(0{,}0275\ a + 1{,}75)}{100}\ .\ N,$$

oder weil N, wenn die Zugkraft ($= Z$) in engl. Pfunden und die Fahrgeschwindigkeit $= V$ in engl. Meilen pro Stunde bezeichnet,

$$N = \frac{5280\ Z\ V}{60\,.\,33000} = \frac{88\ Z\ V}{33000},\ \text{ist auch}$$

$$R = \frac{(0{,}0275\ a + 1{,}75)}{100}\ .\ \frac{88\ .\ Z\ .\ V}{33000} = \frac{(0{,}0275\ a + 1{,}75)\ Z\ V}{37500}.$$

Bei der Formel, von welcher soeben ausgegangen wurde, war vorausgesetzt, dass man mit 1 Pfund Cokes im Stande sei, 8 Pfund Wasser zu verdampfen. Nimmt man dagegen an, dass man 9 Pfd. Wasser mit 1 Pfd. Cokes zu verdampfen vermag, multiplicirt also letzteren Werth mit $^8/_9$, so erhält man die Gleichung oben S. 542. Welkner findet aus seinen Versuchen (a. a. O., S. 86):

$$R = \frac{0{,}16\ a + 18}{900}\ .\ N,$$

wenn N die als Maximalleistung zu entwickelnden Maschinenpferde bezeichnet.

$$R = \frac{B}{500} \text{ bis } \frac{B}{600} \text{ für Cokes und}$$

$$R = \frac{B}{400} \text{ bis } \frac{B}{500} \text{ für Steinkohlen.}$$

Empfehlenswerth ist es offenbar, vorstehende Regeln mit den Dimensionsangaben der vorher speciell besprochenen Locomotiven der Firmen Beyer, Peacock & Comp., Borsig, v. Kessler, Schwartzkopf, Krauss und namentlich mit den Werthen der grossen Tabelle Seite 464 zu vergleichen, welche letztere die vorzüglichsten Dimensionen von 25 verschiedenen Locomotiven der Hannov. Maschinenbau-Actien-Gesellschaft angiebt.

2) Wasserverbrauch. Auch zur Ermittelung des Dampf- und beziehungsweise Wasserverbrauchs einer Locomotive kann man theoretische Formeln ableiten [1]), allein auch hier giebt man Erfahrungswerthen den Vorzug und ganz besonders solchen, welche unter Mitbenutzung von sogenannten Indicator- (Dampfkolben-) Diagrammen gewonnen sind.

Bis auf Weiteres kann man für Annäherungsrechnungen den Wasserverbrauch pro Pferdekraft und pro Stunde als lediglich (?) von der Admissionsgrösse (= a wie vorher) des Dampfes in den Cylindern abhängig betrachten und nach Clark setzen: (0,22 a + 14) Pfd., also für eine Locomotive von N Maschinenpferden im Maximum, wenn der englische Cubikfuss Wasser zu 62,50 Pfd. angenommen wird, in Cubikfussen = S pro Stunde.

$$S = \frac{(0{,}22\,a + 14)\,N}{62{,}50}.$$

Welkner (a. a. O., S. 71) setzt statt letzterer Gleichung: [2])

$$S = \frac{(0{,}16\,a + 18)\,N}{62{,}30}.$$

---

1) Pambour's Handbuch über Dampfwagen, deutsch von Schnuse, S. 246 und Redtenbacher, Die Gesetze des Locomotivbaues, S. 293.

2) Wie man mit Zuziehung eines Dampfkolben- (Indicator-) Diagrammes den Wasserverbrauch einer gegebenen Locomotive berechnen kann, erhellt aus folgendem, dem Welkner'schen Buche, die Locomotive (S. 66 und 70), entlehntem Beispiele. Die hannoversche Maschine Nr. 106 hatte (zur Zeit der Welkner-schen Versuche) Cylinder von 19 Zoll Durchmesser und von 27 Zoll Hub, Triebräder von 4 Fuss 6 Zoll Durchmesser und das betreffende Diagramm wurde beschrieben, als der Dampfeintritt nach 46 Proc. des Kolbenweges abgesperrt war und die Fahrgeschwindigkeit der Locomotive 2,3 geographische Meilen pro Stunde betrug. Aus dem Diagramme wurde zunächst die mittlere effective Dampfpressung zu 45,5 Pfd. (Ueberdruck) ermittelt, so dass sich aus den sonst bekannten Dimensionen die Zahl der Maschinenpferdekräfte = N, welche die Maschine entwickelte, berechnet, nach den Gleichungen S. 522 zu:

$$N = 45{,}5\ \frac{(19)^2 \,.\, 27 \,.\, 2{,}3}{976 \,.\, 4{,}5} = 232.$$

Ferner wurde ermittelt (Welkner a. a. O., S. 51, 52 und 70), dass das Aequivalent an Wasser, am Ende der Admissionsperiode 12 Cubikzoll engl. betrug, wovon 0,88 Cubikzoll Wasser noch abgezogen werden mussten, welche dem der Compression unterworfen gewesenen Dampfe entsprachen, so dass jede Cylinderfüllung 11,12 Cubikzoll Wasser erfordert hatte. Während eines Triebradum-

Die aus solchen Formeln berechnete Wassermenge entspricht niemals dem wirklichen Wasserverbrauch im Tender, weil der aus dem Kessel in die Cylinder übergehende Dampf nie ganz trocken ist, sondern eine mehr oder weniger grosse Menge Wasser in fein zertheiltem Zustande mit sich führt; überdies stets ein gehöriger Dampfvorrath im Kessel vorhanden sein muss, welcher ein Ablassen der Sicherheitsventile und demnach einen ferneren Dampfverlust zur Folge hat, etwaiger Condensationen des Dampfes in den Röhren, Canälen und Cylindern, Undichtigkeiten von Pumpen, Probirhähnen, des Ueberkochens oder sogenannten „Spuckens" der Maschine, noch gar nicht gedacht.

Das in der Note dieser Seite berechnete Wasserquantum von 101,9 Cubikfuss pro Stunde erforderte daher auch 120 Cubikfuss Wasser im Tender[1]), so dass also hier der Verlust 17 Proc. betrug.

Pambour schätzte seiner Zeit diesen Verlust auf wenigstens 24 Proc.[2]), Lechatelier fand denselben zu 18 Proc.[3]), Clark[4]), der nach Wissen des Verfassers die ausgedehntesten neueren Versuche anstellte, ermittelte diesen Verlust, bei verschiedenen Maschinen und unter abweichenden Umständen und Verhältnissen, von 3,2 Proc. bis 32,5 Proc.[5]). Die kleinsten Verluste ergaben sich bei Innencylindern mit geringer Dampfadmission, die grössten bei Aussencylindern mit grossen Admissionen, bei ungünstigen Constructionsverhältnissen und unreinem Kesselwasser.

Prof. Grove (a. a. O. S. 160) liefert nachstehende empfehlenswerthe Tabelle, in welcher unter Beibehaltung der bereits vorher S. 527 und 542 gewählten Bezeichnungen, S den stündlichen Wasser- oder Dampfverbrauch in Kilogrammen, also $\frac{S}{N}$ den stündlichen Wasser- oder Dampfverbrauch pro Pferdekraft bezeichnet. Für den correspondirenden Wasserverbrauch lässt sich dann (annäherungsweise) der Mittelwerth setzen $1,20\,\frac{S}{N}$.

Diese Tabelle erklärt vortrefflich manche (allerdings nicht zu verwerfende) praktische Resultate über die zur Verdampfung einer Maschine erforderliche Wassermenge etc. Unter anderen findet sich in einer dem Verfasser vorliegenden Schrift der Locomotivfabrik Krauss & Comp. in München (welche über Locomotiven für Hauptbahnen und für Secundärbahnen handelt und die Jahreszahl 1876 trägt) S. 12 folgende Angabe:

---

ganges wurden also $4 \,.\, 11{,}12 = 44{,}48$ Cubikzoll und bei 66 Umgängen pro Minute $66 \,.\, 44{,}48 = 2935$ Cubikzoll Wasser verbraucht. Dies giebt pro Stunde 101,9 Cubikfuss oder den Cubikfuss Wasser zu 62,3 Pfd. gerechnet, pro Stunde: 6349 Pfd. Wasser, also pro Pferdekraft und pro Stunde

$$\frac{6349}{232} = 72{,}2 \text{ Pfd. oder } 0{,}44 \text{ Cubikfuss Wasser.}$$

1) Welkner a. a. O., S. 94.

2) Theoretisch-praktisches Handbuch über Dampfwagen, deutsch von Schnuse, S. 174.

3) Guide du Mécanicien-Constructeur etc., Paris 1851, p. 523.

4) Railway-Maschinery, p. 142, of the loss of water and steam by priming and condensation.

5) Ebendaselbst p. 151.

$\frac{l_1}{l}$	$p = 4$				$p = 6$				$p = 8$				$p = 10$			
	p_m	q_m	p_i	$\frac{S}{N}$	p_m	q_m	p_i	$\frac{S}{N}$	p_m	q_m	p	$\frac{S}{N}$	p_m	q_m	p_i	$\frac{S}{N}$
0,7	3,84	1,33	2,51	22,6	5,76	1,58	4,18	20,0	7,68	1,78	5,90	18,7	9,60	2,06	7,54	18,10
0,6	3,68	1,33	2,35	21,0	5,52	1,58	3,94	18,7	7,36	1,81	5,55	17,4	9,20	2,06	7,14	16,80
0,5	3,52	1,35	2,17	18,9	5,28	1,59	3,69	16,7	7,04	1,82	5,22	15,6	8,80	2,06	6,74	15,05
0,4	3,24	1,37	1,87	17,5	4,86	1,59	3,27	15,2	6,48	1,82	4,66	14,2	8,10	2,04	6,06	13,60
0,3	2,96	1,40	1,56	15,4	4,44	1,61	2,83	13,5	5,92	1,82	4,10	12,2	7,40	2,02	5,38	11,70
0,2	2,52	1,43	1,09	14,2	3,78	1,64	2,14	12,0	5,04	1,82	3,22	11,0	6,30	2,02	4,28	10,60
0,1	2,00	1,46	0,54	12,3	3,00	1,63	1,37	10,0	4,00	1,79	2,21	9,6	5,00	1,97	3,03	9,20

„Man darf bei einer guten Maschine annehmen, dass sie pro Stunde und Pferdekraft 1,80 Kil. gute Steinkohlen und 15 Liter = 15 Kil. Wasser verbraucht.“

3. Brennmaterialienverbrauch. Wollte man ohne Weiteres aus der berechneten Wassermenge das erforderliche Gewicht an Brennmaterial berechnen, so müsste man durch Versuche genau bestimmt haben, das wievielfache Gewicht Wasser mit der Einheit desselben Brennmaterials verdampft werden kann.

Allein selbst wenn dies der Fall wäre, würde das betreffende Resultat nicht völlig mit der Erfahrung stimmen, weil zu viel besondere Umstände mitsprechen, welche das Ergebniss modificiren.

Allerdings steht die Grösse des Verbrauchs an Brennmaterial in directem Verhältniss zur Leistung der Locomotive, allein selbst auf einer durchaus horizontalen Bahn würden sich bei gleichen Leistungen dennoch verschiedene Endresultate im Brennmaterialverbrauche finden, weil solches von der Beschaffenheit der Maschinen oder der Bedienung derselben, oder endlich von beiden zugleich abhängen kann. Ebenso spielen atmosphärische Einflüsse eine nicht unbedeutende Rolle, ferner die Länge der durchfahrenen Strecke, die Pausen in der Unterbrechung der Fahrt u. dgl. m.

Für den Zweck dieses Buches wird es genügen, die Frage über den Brennmaterialverbrauch nur durch nachstehende Angaben zu beantworten.

Zuerst folgen von Prof. Grove (a. a. O. S. 162) berechnete und tabellarisch zusammengestellte Mittelwerthe, welche für Annäherungsrechnungen und selbst bei der Construction neuer Maschinen gute Dienste leisten können. Vorausgesetzt sind die jetzt bei Locomotiven üblichen Dampfspannungen von 8 bis 10 Atmosphären (7 bis 9 Atmosph. Ueberdruck) im Cylinder. Sämmtliche Bezeichnungen haben die bereits vorher festgesetzten Bedeutungen:

Maschinen-gattung.	$\frac{l_1}{l}$	$\frac{p_i}{p}$	$\frac{S}{N}$	$\frac{S}{F}$	$\frac{N}{F}$	$\frac{S}{B}$		$\frac{B}{N}$	
						Cokes.	Kohlen.	Cokes.	Kohlen.
Schnellzug-maschinen.	0,25	0,45	11,5	43,0	3,75	5,70	5,00	2,0	2,3
Personenzug-maschinen.	0,30	0,50	12,0	39,0	3,25	5,90	5,30	2,0	2,3
Güterzug-maschinen.	0,40	0,60	13,5	34,0	2,50	6,40	5,75	2,1	2,35
Gebirgs-maschinen.	0,50	0,70	14,5	31,0	2,15	6,60	6,00	2,2	2,4

Der unmittelbar praktische Maassstab zur Beantwortung der Frage nach dem Brennmaterialverbrauch dürfte der sein, dass man die bei der Beförderung eines Trains geleistete Arbeit (Gewicht des Zuges mal zurückgelegter Weg) mit dem verbrauchten Brennmaterialquantum vergleicht, oder die Berechnung nach Hundert (oder Tausend) Centner-Meilen beziehungsweise nach Achs-Kilometern vornimmt [1]).

Der Verfasser wählt hierzu den Jahresbericht über die Betriebsverwaltung der Hannoverschen Staatsbahn pro 1875, woselbst der Abschnitt „Locomotiven“ (S. 77 etc.) Folgendes über Brennmaterial liefert:

In dem genannten vollen Dienstjahre waren (von überhaupt vorhandenen 510 Locomotiven) 398 Locomotiven in Thätigkeit gewesen und zwar hatten diese auf eigener Bahn in allen (93 651) Zügen die Summe von 7 429 845 Kilometer Bahnlänge befahren, wofür Geldeinnahme erfolgte, welcher letzterer Umstand der Grund ist, dass man diese so durchfahrene Bahnlänge mit dem Namen „Nutzkilometer“ bezeichnet.

Zur Feuerung während der Fahrt incl. Anheizen, aber excl. Leerfahren,

---

1) Der Verfasser verdankt der Güte des Herrn Baurath Scheffler in Braunschweig, ausser den bereits S. 507 gemachten Angaben über Kohlenverbrauch pro 100 Centner-Meilen der Braunschweiger Maschine „Teufelsmauer“, noch die in der Tabelle folgender Seite verzeichneten Werthe, welche sich auf die Maschine „Innerste“ (ebenfalls System Behne-Kool) beziehen, die mit zwei gekuppelten Achsen versehen ist und wobei Dimensionen und Gewichte folgende sind:

Cylinderdurchmesser 17 Zoll engl., Kolbenhub 24 Zoll, Durchmesser der Triebräder 4 Fuss 9 Zoll, Belastung der gekuppelten Achsen 420 Zollctnr., Gewicht der Maschine in fahrbarem Zustande 680 Ctnr., Gewicht des Tenders 400 Ctnr., Dampfspannung $6^2/_3$ Atmosphären Ueberdruck.

Rangiren und Stationiren, wurden verbraucht 88 505 Tonnen = 88 505 000 Kilogramm Steinkohlen [1]), was also ergiebt:

Monat.	Durchlaufene Meilen.	Beförderte Achsmeilen.	Durchschnittliche Stärke der Züge in Achsen.	Kohlenverbrauch.	Kohlenverbrauch pro Zugmeile.	Kohlenverbrauch pro Achsmeile.	Beförderte Centnermeilen in den Zügen.	Beförderte Centnermeilen von Maschine und Tender.	Beförderte Centnermeilen in Summa.	Kohlenverbrauch pro 1000 Centner-Meilen des Totalgewichts von Zug und Maschine.	Durchschnittliche Geschwindigkeit der Züge incl. Aufenthalt auf den Stationen.	Bemerkungen.
				Ctnr.	Pfd.	Pfd.				Pfd.	Pro St. in M.	
Januar bis Mai	1701,5	86843	51	3535	208	4,07	7815870	1837620	9653490	36,62	3,97	Von Januar bis Mai zu Personen- und Güterzügen benutzt auf den Strecken Braunschweig-Oschersleben u. Braunschweig Hannover. Durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit excl. des Aufenthaltes auf den Stationen etwa $4\frac{1}{2}$ Meile pro Stunde.
Juni bis December.	2885,9	269904	93,5	7265	252	2,69	24291460	3116772	27408232	26,51	2,71	Von Juni bis December zu Güterzügen zwischen Oschersleben, Braunschweig u. Hannover benutzt.
Ganzes Jahr.	4587.4	356747	77,8	10800	235	3,02	32107230	4954392	37061622	29,14	3,32	Durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit $3\frac{1}{2}$ Meile pro Stunde excl. des Aufenthaltes auf den Stationen.

Noch andere Versuchsresultate mit verschiedenen Locomotiven der Braunschweiger Bahnen, insbesondere der Locomotive „Bruno“ (System Behne-Kool) finden sich in Heusinger's Organ, Bd. 17 (1862), S. 16.

1) Nur zum Anheizen wurden überdies 24 000 Cubikmeter Holz verbraucht. Dies giebt pro Nutzkilometer:

$$\frac{24\,000}{7\,429\,845} = 0{,}003 \text{ Cubikmeter Holz.}$$

$$\frac{88\,505\,000}{7\,429\,845} = 11{,}9 \text{ Kilogr. pro Nutzkilometer.}$$

Da ferner die Stärke jedes Zuges durchschnittlich = 47,42 Achsen betrug, so berechnet sich auch der Steinkohlenverbrauch zu

$$\frac{11{,}9}{47{,}42} = 0{,}25 \text{ Kilogr. pro Achse und Kilometer.}$$

4. Reparaturkosten der Locomotiven. Ausser geringem Brennmaterialverbrauch bei vorgeschriebener Leistung einer Locomotive, wird deren Güteverhältniss noch durch möglichst niedrige Reparaturkosten bestimmt. Bei den vorerwähnten Hannoverschen Staatsbahnen betrugen im Jahre 1875 diese Reparaturkosten, nach Abzug der für alte Materialien gelöschten Beiträge (Jahresbericht pro 1875, S. 79) 1 321 992 Mark. Dies giebt

pro Nutzkilometer: $\frac{1\,321\,992}{7\,429\,845} = 0{,}18$ Mark und

pro Achskilometer: $\frac{0{,}18}{47{,}42} = 0{,}38$ Pfennige [1]).

Zusatz. Die gedruckte Beschreibung (Wien 1867) der zur Pariser Ausstellung im Jahre 1867 von der k. k. priv. österr. Eisenbahn-Gesellschaft gesendeten Berg-Locomotive „Steyerdorf" (S. 540) enthält in ähnlicher Weise über die drei Berglocomotiven der Kohleneisenbahn von Orawicza nach Steierdorf Folgendes:

Name der Locomotive.	Zeitraum.	Zurückgelegte österr. Meilen.	Reparaturkosten pro österr. Meile [2]).
Steyerdorf...	Nov.1863b.Ende1864	2362,7	0,53 Gulden [3]) = 8,83 Sgr.
	das ganze Jahr 1865	1061,7	0,76 „ = 12,6 „
	„ „ „ 1866	2387,1	0,26 „ = 4,33 „
Krassova ...	1864	1241,8	0,49 „ = 8,16 „
	1865	1667,7	0,47 „ = 7,83 „
	1866	2088,8	0,15 „ = 2,50 „
Gerliste ...	1864	763,0	0,45 „ = 7,50 „
	1865	1470,6	0,46 „ = 7,66 „
	1866	1424,8	0,34 „ = 5,66 „

1) Hierzu fügen wir noch folgende Angaben (derselben Quelle), betreffend die Unterhaltungskosten für Schmiere, Putzmaterial und Arbeitslohn der 398 im Nutzdienst gewesenen Locomotiven des Betriebsjahres 1875:

Es waren erforderlich:

a) Für Oel, Talg etc., Putzmaterial = 197 082 Mark
b) Arbeitslohn für Putzen etc. = 238 829 „

Zusammen = 435 911 Mark

Dies giebt durchschnittlich

pro Nutzkilometer: $\frac{43\,591\,100}{7\,429\,845} = 5{,}87$ Pfennige und

pro Achskilometer: $\frac{5{,}87}{47{,}42} = 0{,}123$ Pfennige.

Angaben über denselben Gegenstand verschiedener deutscher und englischer Bahnen finden sich im IV. Bande, Capitel XXII. des Heusinger'schen Handbuches für specielle Eisenbahn-Technik.

2) 1 österr. Meile = 7,586 Kilometer.

3) Bank-Valuta $83\frac{1}{3}$.

Locomotiven für Secundär- und Stadt- (Local-) Eisenbahnen [1]).

§. 33.

Von besonders bemerkenswerthen Locomotiven für Secundär-Eisenbahnen [2]), welche für den Personenverkehr bestimmt sind, lassen sich (jetzt) vier Arten unterscheiden, die, in chronologischer Folge, nach den Namen der betreffenden Constructeure als Krauss - Beyer - Peacock & Co. - Fairlie- und Grund-Maschinen bezeichnet werden können.

Von Locomotiven für Stadt-Eisenbahnen (Tramways) [3]) haben in neuester Zeit am meisten die Aufmerksamkeit aller Betheiligten erregt, die Maschinen und Dispositionen von Gebrüder Brunner in Winterthur, Bollée-Dailfol in Paris, Baldwin in Philadelphia (jetzt Burnham, Parry, Williams & Co.) und Krauss in München [4]).

---

1) Ausführliche Literaturverzeichnisse finden sich namentlich in folgenden Schriften:

v. Weber: „Die Praxis des Baues und Betriebes der Secundärbahnen". Weimar bei Voigt 1873.

Samuelson: „Secundäre Eisenbahnen". Hamburg bei Meissner 1876.

Heusinger von Waldegg: „Secundäre Eisenbahnen". V. Bd. des Handbuches für specielle Eisenbahn-Technik. Leipzig bei Engelmann 1877.

Hannov. Wochenblatt für Handel und Gewerbe, Jahrg. 1877, S. 153 und 170.

2) S. 450 in der Note 2 dieses Bandes.

3) Der Verfasser folgt hier der jetzt üblichen Benennung „Tramway" unter Hinweisung auf die Note 2, S. 202 (dieses Bandes).

4) Ueber amerikanische Constructionen von Tramway-Locomotiven (Dampf-Omnibusse) berichtet das in Zürich seit 1874 erscheinende Journal „Die Eisenbahn" Bd. I, S. 88 und Bd. II, S. 13.

Ueber englische Maschinen (von Starbuck) finden sich Angaben im Engineer vom 12. Mai 1876 p. 357, ferner (die Maschinen von Merryweather) in Heusinger's Organ etc., Jahrg. 1876, S. 260.

Ueber belgische Maschinen (der Société metallurgique et charbonnière) wird berichtet ebendaselbst, Jahrg. 1876, S. 111.

Ueber französische Maschinen (von Mekanski, Bollée u. A.) finden sich Mittheilungen in Oppermann's Portefeuille économique des Machines etc. Jahrg. 1876, Col. 4 und Col. 25, so wie Ebendaselbst, Jahrg. 1877, Col. 2.

Ueber Schweizer Maschinen (von Brunner) im Engineering vom 31. März 1876, p. 252.

Das Wesentlichste dieser Maschinen soll im Nachstehenden entsprechend kurz erörtert werden.

I. Locomotiven für Secundärbahnen überhaupt.

Nach Wissen des Verfassers waren es ziemlich gleichzeitig (1865?) Krauss und Beyer-Peacock & Co., welche sich um die Construction guter Tender-Locomotiven für Secundärbahnen verdient machten.

Krauss betreffende Maschinen sind der Hauptsache nach dieselben, welche bereits S. 444 besprochen, der Disposition nach, in Fig. 1, Tafel A dargestellt und in Fig. 417 und 418 als Uetlibahn-Tender-Locomotive (S. 512) ausführlich erörtert wurden. Nach Krauss' System bauten in allerjüngster Zeit Locomotiven für die erste oldenburgische Secundärbahn (von Ocholt nach Westerstede) die Hannov. Maschinenbau-Actien-Gesellschaft (vormals G. Egestorff), worüber in den unten angegebenen Quellen (unter Beifügung von Abbildungen) berichtet wird [1]).

Bei diesen Locomotiven, wie bei sämmtlichen Personen- und Güterwagen, wurde die Kupplung des Einbuffersystems (Centralbuffersystem) der norwegischen Secundären Eisenbahnen in Anwendung gebracht. Abbildungen und Beschreibungen dieser Kupplung und Bufferanordnung finden sich in den Nachträgen zu diesem Bande.

Beyer, Peacock & Co. lieferten (1866?) für die norwegischen Schmalspur-Eisenbahnen [2]) Tendermaschinen mit viergekuppelten Triebrädern und einer Laufachse mit zweirädrigem Drehschemel nach der Construction von Bissel (S. 384, Fig. 324 und 325), die noch jetzt sehr gelobt werden und die sich in Heusinger's Organ [3]) beschrieben und durch Abbildungen erläutert vorfinden.

Die Maschinen des Fairlie-Systemes wurden bereits S. 417 bis 419 ausführlich besprochen und durch geeignete Skizzen, Fig. 339 und 340, hinlänglich erörtert.

Ueber die Anwendbarkeit und Vorzüge dieses Locomotiv-Systems für Schmalspurbahnen ist in den letztern Jahren bis zur Gegenwart viel gestritten worden [4]). Der Verfasser hält die Fairlie-Maschinen für nicht einfach genug, um so mehr, als sie durch die (jüngsten) vorher besprochenen Krauss-Locomotiven völlig ersetzt werden dürften.

Das Grund'sche Locomotivsystem für Schmalspur-Bahnen, wurde bereits S. 450 hinlänglich besprochen, wartet jedoch nur noch auf eine allgemeinere Verwendung.

---

1) Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins, Jahrg. 1877, S. 251 etc. Auch als Separatabdruck erschienen unter dem Titel „Die schmalspurige Eisenbahn etc. etc“. Hannover 1877, Verlag von Schmorl & v. Seefeld.

2) Spurweite 3 Fuss 6 Zoll engl. (= 1,0675 Meter).

3) Jahrg. 1868, S. 37.

4) v. Weber: „Secundärbahnen“ (Weimar 1873), S. 116 gegen Fairlie-Locomotiven. Simon: „Das Fairlie-Patent-System“ und Brunner „Die richtige Praxis der Schmalspurbahnen. Beide für Fairlie-Maschinen.

II. Locomotiven für Stadt- und Secundärbahnen.

Von den vorher bezeichneten Stadt-Eisenbahn-Locomotiven, die auch für Schmalspurbahnen in Anwendung gebracht werden, sind es zunächst die Brunner'schen Dampf-Omnibusse, welche die Beachtung der Betheiligten verdienen und die bereits auf der schmalspurigen Localbahn „Lausanne-Echallens“ Anwendung finden [1]).

Fig. 432.

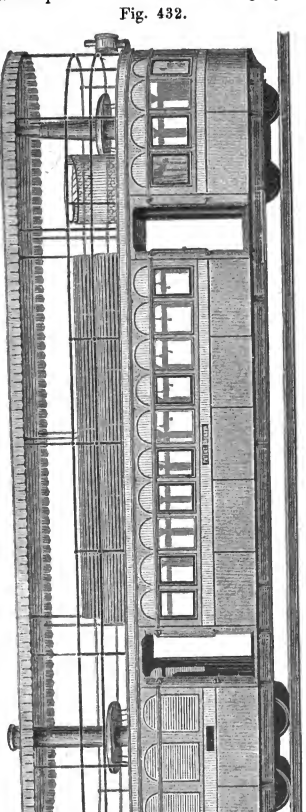


Fig. 432 ist ein hübsches Bild [2]) des Brunner'schen Dampfomnibusses, der sich zunächst als ein amerikanischer Intercommunicationswagen mit getrennten Radgestellen (Trucks, Bogies zu je vier Rädern, ähnlich wie die Abbildungen Fig. 268, S. 294 und 295) zu erkennen giebt, wobei jedoch die Endparthien nach Aussen hin abgerundete Extrabauten bilden, zwischen denen und den mittleren Hauptkasten die Ein- und Aussteigestellen für Passagiere und Dienstpersonal erkennbar sind. Der Boden auf dem in ganzer Länge durchgehenden aus I-Eisen gebildeten Rahmenbaue ($T\,T$ der folgenden Fig. 434 und 435) liegt nur 0,480 Meter

1) Der Verfasser benutzt hier zwei aus Winterthur datirte Schriftstücke. Dem einen derselben mit der Ueberschrift „Dampf-Omnibus für Localbahnen und Tramways“ (Patent Brunner) vom Sept. 1876, ist unsere Abbildung Fig. 432 als Photographiebild beigefügt. Das andere Schriftstück (vom 31. Jan. 1877) enthält die Betriebsresultate der schmalspurigen Localbahn „Lausanne-Echallens“, auf welcher am 11. Dec. 1876 die ersten Probefahrten mit dem obigen Dampf-Omnibusse angestellt wurden. Die ursprünglich für den Betrieb mit Pferden construirte Bahn existirt seit 1873.

2) Heusinger v. Waldegg's „Musterconstructionen“ für Eisenbahnbetrieb. 1. Bd. 2. Lief. 2. Hälfte, enthalten Constructionszeichnungen.

über der Schienenkante, wodurch eine verhältnissmässig grosse Stabilität herbeigeführt wird.

Von den drei Theilen, in welchen hierbei der ganze Kastenbau (mit oben continuirlich fortlaufender Imperiale, für Aussen-Passagiere) gesondert ist, enthält der vordere Theil (links in Fig. 432) die erforderliche Dampfmaschine und den zugehörigen Kessel, während der hintere Endtheil ein Rondel (rechts in unserer Abbildung) einen abzusperrenden Salon oder Pavillon für Raucher enthält[1]).

Beim vorderen Rondel (dem Raucher-Raume entgegengesetzten Kastenende) ist in der Skizze Fig. 435 der Boden des Wagenkastens UU weggelassen; Wand

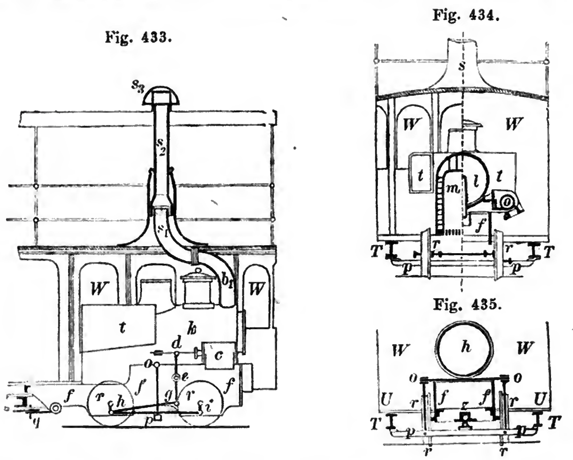


Fig. 433. Fig. 434. Fig. 435.

und Decke umhüllen die dort befindliche Locomotive, von welcher man daher in Fig. 432 nur den Schornstein und dessen Mündung über dem Dache der Imperiale bemerkt. Die weitere Anordnung der Locomotive erhellt aus den nachstehenden Skizzen Fig. 433 bis mit 435. Dabei ist c einer der beiden vorhandenen Dampfcylinder (160^{mm} Durchmesser und 300^{mm} Kolbenhub), während die Truck-Räder rr als die gekuppelten Triebräder (von 700^{mm} Durchmesser) wirksam gemacht sind. Zwischen jeder Kolbenstange und den correspondirenden Triebrädern ist ein Balancier eingeschaltet, der aus einem gleicharmigen Hebel dg besteht, dessen Drehpunkt e ist. Die betreffende Lenkstange ist in unserer Abbilduug mit gh, die Radkuppelstange mit ih bezeichnet.

Eigenthümlich ist die Verbindung der Locomotive mit dem Gestell des Wagenkörpers. An den Langträgern TT des Hauptgestelles sind Querträger

---

1) An Sitzplätzen sind 64 vorhanden. Hiervon kommen auf das Innere des Mittelbaues 24, auf den Pavillon 8 und auf die Imperiale 32.

pp befestigt, von welchen aus sich Stützen *po*, *po* erheben, wodurch ein zweiter oberer Querträger *oo* getragen wird. An *oo* hängen wieder die Wände *ff* eines Hohlkastens, der schliesslich über den Reibnagel *z* des Truck-Gestelles gestülpt. ist. Von sonstigen Bezeichnungen unserer Abbildungen deutet *m* (Fig. 434) die Feuerkiste und *l* den liegenden Röhrenkessel an, während der gesammte Kesselbau (in Fig. 433) durch den Buchstaben *k* markirt ist [1]. Weiter bezeichnet *t* den erforderlichen Tender und *q* eine Kupplung am Maschinenrahmen [2]), endlich ist mit s_1 das Blasrohr, und mit s_2 der Schornstein bezeichnet, der an der Mündung mit einem Funkenfänger s_3 ausgestattet ist. Der Kesseldampfdruck beträgt gewöhnlich 12 Atmosphären.

Nachträglich bemerkt werde noch Folgendes. Das Triebräderpaar der Locomotive ist mit schnellwirkenden Bremsvorrichtungen des Systems Exter [3]) versehen, mittelst welchen das Fahrzeug rasch zum Stillstand gebracht werden kann. Der Radstand im Truck-Gestelle beträgt 1250mm, der Durchmesser der Laufräder ist 500mm, die Maximallänge des ganzen Omnibusses 12900mm.

Die Gewichtsverhältnisse sind folgende:

Gewicht der Maschine im Dienste	6,0	Tonnen.
„ des Wagenkastens mit Laufgestelle	5,5	„
Totalgewicht leer	11,5	„
Totalgewicht mit Ladung von 64 Personen	16,0	„
Maximalbelastung pro Triebachse	4,5	„
„ „ Laufachse	3,5	„

Für normale Verhältnisse beträgt die Fahrgeschwindigkeit 15 Kilometer pro Stunde.

Der Dampf-Omnibus von Bollée & Dailfol in Paris, der auf einer der Stadteisenbahnen der französischen Metropole mit Erfolg in Anwendung sein soll [4]), ist ein vierrädriger Zwei-Etagen-Wagen (für in Summa 50 Personen), in welchem der senkrechtstehende Dampfkessel im Vordertheile desselben, der Dampf-Motor aber unter dem eisernen Rahmenbaue des Wagens angebracht ist.

Der Dampfmaschinencomplex besteht hier aus zwei Paar Zwillingsmaschinen mit vier Cylindern, wobei die Achsen jedes gekuppelten Paares unter 45 Grad geneigt sind, so dass die Disposition jener gleich kommt, welche bei kleinen Schrauben-Dampfschiffen beliebt und wohl auch unter dem Namen Carlsund-

---

1) Die wasserberührte Heizfläche beträgt 14 Quadratmeter, die Rostfläche 0,22 Quadratmeter. Bei Bewältigung der Maximalrampen von 40 pro mille ($^1/_{25}$), wird mit normaler Fahrgeschwindigkeit und voller Ladung von der Maschine eine Nutzarbeit von 40 Pferdekräften ausgeübt, so dass bei dieser ausnahmsweisen Leistung auf circa 3 Pferdekräfte 1 Quadratmeter Heizfläche kommt.

2) Unsere Quelle (Heusinger's Musterconstructionen etc. S. 37) giebt an, dass die Locomotive vom Wagenbaue leicht getrennt und beim Bahnbaue oder für sonstige Zwecke verwendet werden kann.

3) Heusinger's Handbuch etc., Bd. III, S. 764, und Allgm. Maschinenlehre Bd. III, S. 510.

4) Hannoversches Wochenblatt für Handel und Gewerbe. Jahrgang 1877, S. 93.

(oder Stothert-, Gâge- etc) Maschinen bekannt ist[1]). Die Cylinder haben 170mm Durchmesser, die Kolben 180mm Hub. Von der unter der Mitte des Wagenbaues placirten Krummzapfenwelle aus wird die Bewegung auf die Achsen der beiden Laufräder (von 900mm Durchmesser) mittelst (Gall'scher) Ketten (S. 168, Fig. 168) übergetragen etc.

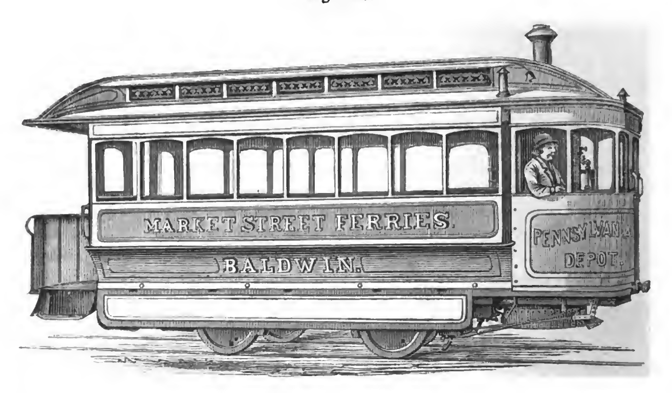
Der Abdampf wird condensirt und beziehungsweise zum Vorwärmen des Kesselspeisewassers benutzt. Der Kessel, System Field (Bd. 1, S. 604) ist zum Coke-Brennen eingerichtet, hat 2,30 Meter Totalhöhe und im Rohrbündel 660mm Durchmesser[2]). Die mittlere Dampfpressung wird zu 8 Atmosphären angegeben.

Die Totallänge des ganzen Wagenbaues beträgt 7,62 Meter Der Achsstand ist 2,60 Meter.

Das Endurtheil auch dieser Dampf-Omnibus-Construction wird ebenfalls erst nach gehörigen Erfahrungen festzustellen sein. Vorerst kann der Verfasser die Kettentransmission nicht gutheissen, welche bekanntlich[3]) bei den englischen Strassen-Locomotiven (S. 169) überall in Wegfall gekommen ist.

Die dritte der für Tramway-Locomotiven vorher genannten, besonders ausgezeichneten Firmen, die Baldwin Locomotiv-Works in Philadelphia, liefert gegenwärtig beide Hauptgattungen von Anordnungen für den Betrieb der Tramways mit Dampfmaschinen[4]), nämlich erstens solche, wo sich (ähnlich wie

Fig. 436.



bei Brunner [Fig 43.]) die Dampfmaschine, nebst Kessel und Zubehör mit dem Wagenkasten zur Aufnahme von Passagieren auf demselben Wagengestelle befin-

1) Allgem. Maschinenlehre Bd. IV, S. 274.

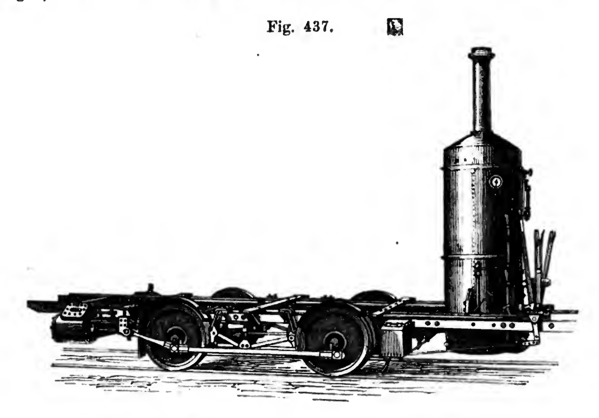
2) Abbildungen in unserer Quelle (Oppermann, Portefeuille des Machines, Janvier 1877, Pl. 1–2).

3) Specielles hierüber S. 169—175 dieses Bandes.

4) Dem Verfasser ist durch die besondere Aufmerksamkeit eines am hannoverschen Polytechnikum studirenden Nordamerikaners eine in Philadelphia er-

det (im englischen das „Steam-Car“-System, im französischen „Porteuse“ genannt) und zweitens, wo die Bewegungskraft auf getrenntem (separatem) Wagen, als Locomotive („Separate Motor“ oder als „Traîneuse“) angebracht

Fig. 437.



ist und angehangene Wagen zieht, d. h. die gewöhnliche Eisenbahn-Locomotive für die Zwecke des städtischen Verkehrs entsprechend gebaut ist.

Den betreffenden Dampfomnibus (Steam-Car, Porteuse), für eine der Strasseneisenbahnen Philadelphia's bestimmt, zeigt Fig. 436 in der äusseren Ge-

Fig. 438.



sammtansicht, während Fig. 437 die wichtigsten Constructions- und Motor-Theile, bei abgehobenem Wagenkasten darstellt.

Beide Abbildungen erklären sich von selbst, was um so willkommener ist, als unsere Quelle keinerlei Angaben über Construction, Dimensionen und Ge-

---

schienene Broschüre zugegangen, welche betitelt ist: „Steam on Street Railways“. Dieselbe wird als besonderer Abdruck aus dem „Journal of the Franklin Institute for June 1877“ bezeichnet. Die beigefügten Abbildungen (Photographien und Holzschnitte) wurden im Nachstehenden benutzt.

wicht enthält. Die einzige Angabe, welche im letzteren Sinne gemacht wird, ist die, dass der Dampf-Omnibus durchschnittlich 616 engl. Meilen pro Tag zurücklegt und dabei 4950 Pfd. Steinkohlen verbrennt, was für die englische Meile 8,03 Pfd. giebt.

Jedenfalls ist die aus Fig. 437 sehr gut erkennbare Construction des eigentlichen Motor-Baues, als wohl durchdacht und als solid zu bezeichnen.

Das Fuhrwerk mit Separat-Motor (Traîneuse) ausgestattet, lässt Fig. 438 erkennen.

Dies Werk ist, nach unserer Quelle, für die Urbano-Eisenbahn (Secundärbahn) in Havanna (auf Cuba) bestimmt und soll sich, bei in Philadelphia angestellten Versuchen, ganz vorzüglich gezeigt haben. Sein Gesammtgewicht wird zu 12000 Pfd. = 5,35 Tons angegeben und schliesslich behauptet, dass dies Dampffuhrwerk, gegenüber dem Pferdefuhrwerke, unter sonst gleichen Verhältnissen und Umständen, eine tägliche Ersparniss von 1,53 Dollars oder von $6^2/_3$ Mark (den Dollar zu 4,29 Mark gerechnet) ergäbe [1]).

Der Verfasser wagt es nicht, so weit jetzt die Erfahrungen reichen, entschieden für das eine oder andere System einzutreten. Beide haben ihre Vertreter. Unter Anderem beweist der dänische Civil-Ingenieur Rowan in Copenhagen [2]), dass das Anbringen der Dampfmaschine im Wagen selbst (die Porteuse), die am meisten ökonomische und in jeder Hinsicht vorzuziehende ist, während unser (deutscher) anerkannter Locomotiv-Constructeur H. Krauss in München, der separaten Maschine (der Traîneuse) den Vorzug giebt. Auf die neueste Tramway-Locomotive der Fabrik „Krauss & Co.“ in München kommen wir sogleich ausführlich zurück, entnehmen aber vorher dem Rowan'schen Buche nebenstehende Vergleichsberechnung.

Nachdem von Rowan noch die Finanzfrage dahin entschieden ist, dass sich in dieser Beziehung die Betriebsweise unter C, in der Tabelle folgender Seite, zu der unter A wie 1,25 Kronen zu 2,10 Kronen [3]) oder wie 25 zu 42 verhält, spricht sich derselbe ganz entschieden für das System C aus.

---

1) Dem Texte der vorher citirten Heusinger'schen „Musterconstructionen“ (Bd. I, S. 39, Eisenbahnbetrieb) entlehnt der Verfasser noch folgende Angaben über diese Baldwin'sche (freie) Locomotive:

Jeder der beiden Cylinder hat 7 Zoll Durchmesser, und 10 Zoll Kolbenhub. Die Räder haben 30 Zoll Durchmesser und $5^1/_2$ Fuss Achsstand. Die Kolbenstangen der Dampfcylinder wirken auf eine Blindachse. Der stehende Röhren-Dampfkessel hat 6 Fuss Höhe und 30 Zoll Durchmesser. An Feuerröhren sind 120 vorhanden, jede 4 Fuss lang und von $1^1/_4$ Zoll Durchmesser. Das Gewicht der ganzen Maschine beträgt 6000 Kilogramm.

2) W. R. Rowan „Zur Frage über Bau, Anlage, sowie Betriebsmittel für Secundär- resp. Strassenbahnen“ (Uebersetzung des dänischen Originals). Berlin 1877, Beelitz' Verlag.

3) Rowan veranschlagt die Zugkraft für einen Steam-Car (zu 60 Personen) = 1,25 Kronen pro Meile, dagegen die Zugkraft gewöhnlicher Pferde (bei 40 Passagiere) zu 2,10 Kronen pro Meile. 1 Krone = 1,13 Mark.

	A. Gewöhnlicher Pferdebahn-Wagen	B. Gewöhnlicher Pferdebahn-Wagen durch separate Maschine gezogen	C. Dampfspurwagen (Steam Car, Porteuse)
Anzahl der Passagiere	40	40	40
Anzahl der Bedienung	2	2	2
Wagenlänge	35 Fuss	35 Fuss	32 Fuss
Gesammtgewicht mit voller Ladung[1]	$5\frac{1}{2}$ Tons	$9\frac{1}{2}$ Tons	$9\frac{1}{2}$ Tons
Gesammtes todtes Gewicht (leer)	$2\frac{1}{2}$ „	$6\frac{1}{2}$ „	5,0 „
Grösstes Gewicht per Rad mit voller Belastung	1,173 „	1,375 „	1,50 „
Grösstes Gewicht ohne Belastung	0,625 „	1,00 „	1,20 „
Triebrad mit voller Belastung . .	—	4,00 „	6,00 „
Todtes Gewicht pro Passagier bei voller Belastung	1,25 Ctr.	3,25 Ctr.	1,66 Ctr.
Zugkraft	2 Pferdekräfte	18 Pferdekr.	18 Pferdekr.
Stärkste Steigung, welche der Wagen auf längere Strecken überwindet	$\frac{1}{80}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{20}$

Anlangend der erwähnten Maschinen des Directors Krauss, so verdankt der Verfasser diesem Herrn eine Schrift, welche die Ueberschrift trägt: „Betrieb der Tramway mit Dampfmaschinen“ und die von einer hübschen Photographie begleitet ist, welche die äussere (perspectivische) Ansicht einer der Tramway-Locomotiven des Münchener Etablissements (Locomotivfabrik Krauss & Co.) darstellt.

Für nachstehende Mittheilungen dürfte der geeignetste Eingang gefunden werden, wenn wir letztgenanntes Photographiebild zum Ausgangspunkte wählen.

Hiernach sieht der ganze auf 4 Rädern stehende Bau wie ein sehr kurzer Tramway-(Pferdebahn-)Wagen aus. Kessel und Triebwerk sind äusserlich unsichtbar, aus der Mitte des gefälligen Daches ragt lediglich ein kurzer Schornstein heraus[2]). Der Führer befindet sich gleichsam in einem geräumigen Glaskasten, ist gegen Wind und Wetter geschützt und kann von seinem Stand-

1) Das Gewicht eines Passagiers ist zu 150 Pfd. angenommen.

2) Auf der Photographie sind die Principalverhältnisse und die Leistungsfähigkeit wie folgt verzeichnet:

Dampfcylinderdurchmesser	140mm
Kolbenhub	300 „
Raddurchmesser	800 „
Achsstand	1500 „
Heizfläche	10 Quadratmtr.
Gewicht der Maschine	6200 Kilogr.
Länge	3500mm
Breite	2300 „

Zug-Leistung bei einer Geschwindigkeit von 15 Kilometer pro Std., bei der grössten Steigung von $\frac{1}{20}$ und bei Curven von nur 20 Meter Radius, gleich 3400 Kilogramm. Arbeitsleistung = 20 Maschinenpferde.

punkte aus nach allen Seiten, nicht bloss seine Maschine, sondern auch die Strasse übersehen. Im Innern des Wagens ist noch Raum zur etwaigen Aufnahme von Gepäck, so dass auch solche Passagiere Platz finden können, welche von oder zur Eisenbahn (der grossen Verkehrslinie) gehen, oder dass die Tramway auch für den localen Postpacketverkehr benutzt werden kann. Wie wenig Bedienung die Maschine erfordert, mag daraus entnommen werden, dass dieselbe während $^5/_4$ Stunden im Gange erhalten werden kann, ohne ein einziges Mal Brennmaterial aufgeben zu müssen.

Unsere Quelle hebt hervor, dass vorbemerkte Locomotive folgenden wesentlichen Bedingungen für die Einführung der Dampfkraft im Tramway-Betriebe entspricht:

1. Dass die Betriebskosten nicht höher als jene mit Pferden zu stehen kommen.
2. Dass die Maschinen nicht so schwer werden, dass ihretwegen der Oberbau eine besondere Verstärkung erforderlich macht und dadurch die Anlagekosten eine Steigerung erfahren.
3. Dass die Maschine den Verkehr nicht durch Rauch und unangenehmes Geräusch belästigt und die öffentlichen Fuhrwerke beunruhigt; auch keine Funken und Asche auswirft.
4. Dass die Maschine die Curven mindestens ebenso leicht und sicher wie gewöhnliche Tramway-Wagen befährt und ebenso zuverlässig vorwärts wie rückwärts gesteuert werden kann.
5. Dass die Maschine ebenso rasch und sicher wie ein mit Pferden betriebener Tramway-Wagen angehalten, beziehungsweise gebremst werden kann.

Ausserdem wird noch auf folgende Umstände aufmerksam gemacht:

Da sich die Maschine in beiden Verkehrsrichtungen gleich gut bewegen kann, so ist die Anlage von Drehscheiben entbehrlich und nur Ausweichen nothwendig, um die Maschine, wenn sie am Endpunkte der Linie angekommen, stets wieder vor die Wagen bringen zu können, da es nothwendig erscheint, dass die Maschine stets vorangeht.

Im weiteren Verlaufe der Bemerkungen macht unsere Quelle noch auf eine der wichtigsten Bedingungen für die Brauchbarkeit einer Tramway-Locomotive, nämlich darauf aufmerksam, dass sie sowohl ein mangelhaftes Gleis, als auch Curven mit grosser Sicherheit durchläuft und keine Tendenz zum Entgleisen zeigt. Diese Bedingung soll bei der Krauss'schen Maschine in vorzüglichem Grade durch eine eigenthümliche Articulation der Achsen erreicht sein. Während (beispielsweise) bei Probefahrten in München die Personenwagen in Curven mehrmals entgleisten, ist dies bei der Krauss-schen Maschine (Locomotive) nicht ein einziges Mal vorgekommen, vielmehr durchlief dieselbe die Bahn mit grosser Sicherheit und Leichtigkeit.

Unsere Quelle behandelt nun noch die Frage der Zugkraftkosten und zwar naturgemäss im Vergleiche mit denen, welche Pferde veranlassen.

Als Einleitung hierzu wird erst bemerkt, dass nach Münchener Erfahrungen ein Pferdepaar täglich einen Weg von 25 Kilom. (= $3^1/_3$ deutsche Meile à $7^1/_2$ Kilom.) und ein Pferd (bei einpferdigem Betriebe) täglich 16 bis 18 Kilom. zurücklegen könne, während ein Wagen täglich 100 Kilom. und den gleichen Weg auch eine (kleine) Locomotive zurückzulegen im Stande sein

würde. Hiernach könnte, bei Annahme eines zweipferdigen Betriebes, eine geeignete Locomotive 8 (lebende) Pferde ersetzen, weshalb auch den Betriebskosten einer Maschine die mit je 8 Pferden gegenüber zu stellen sind.

Demgemäss ergiebt sich folgender Vergleich:

A. Für den Maschinenbetrieb.

		pro Jahr.	pro Tag.
1.	Verzinsung einer Locomotive im Preise von 14000 Mk. (zu 5 Proc.) auf 300 Tage vertheilt	700 Mk.	2,33 Mk.
2.	Amortisation (3 Proc.)	420 „	1,40 „
3.	Besoldung des Führers	1500 „	5,00 „
4.	Brennmaterial		12,00 „
5.	Schmier- und Putzmaterial		2,20 „
6.	Reparaturkosten und sonstiger Unterhalt		2,30 „
		Total pro Tag	25,23 Mk.

B. Für den Pferdebetrieb.

		pro Jahr.	pro Tag.
1.	5 Proc. Verzinsung der Anschaffungskosten (750 Mk. pro Pferd), für 8 Pferde auf 330 Tage vertheilt . . .	300 Mk.	0,91 Mk.
2.	Amortisation 25 Proc. von 6000 Mk.	1500 „	4,54 „
3.	Besoldung des Pferdeführers und des Pferdewärters		5,20 „
4.	Verpflegungskosten		19,50 „
5.	Beschläge und Kurkosten		1,90 „
6.	Unterhalt der Geschirre		0,73 „
		Total pro Tag	32,78 Mk.

Hiernach würde der tägliche Betrieb eines Wagens mittelst Maschine um 7,55 Mk. (23 Proc.) billiger als mit Pferden kommen.

Unsere Quelle schliesst mit der Bemerkung, dass es noch andere Vortheile gebe als die, welche zum Vortheile des Dampfbetriebes sprechen. So sei zu beachten, dass der Dampfbetrieb keinen grossen Schwankungen in seinen Ausgaben unterworfen, während sowohl die Anschaffungskosten für Pferde, als auch deren Futter grossen Veränderungen ausgesetzt wären. Bei Pferde-Epidemien und im Kriegsfalle sei die thierische Kraft oft gar nicht mehr zu beschaffen etc. etc.

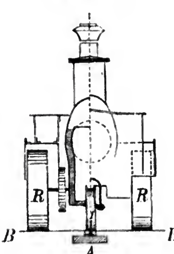
Zusatz 1. Beim Schlusse vorstehenden Paragraphens geht dem Verfasser die bestimmte Nachricht zu, dass auch dem Herrn Ingenieur Arnold Samuelson in Hamburg ein Dampf-Omnibus (Steam-Car) gelungen sei, der sich von seines Gleichen dadurch unterscheiden soll, dass zwischen Dampfmaschine und Triebräder eine Art Federkupplung eingeschaltet ist. Diese ist zur Beseitigung der Uebel angebracht, die dann entstehen sollen, wenn man von so grossen Kolbengeschwindigkeiten wie bei Locomotiven gebräuchlich sind, direct auf die verhältnissmässig langsam umlaufende Triebachse übergeht. Herr Samuelson hatte seine Ideen und Vorschläge bereits früher in einer bei Otto Meissner (1876) erschienenen Schrift bekannt gemacht, welche nur einfach mit der Ueberschrift „Secundäre-Eisenbahnen“ versehen ist.

Zusatz 2. Die Locomotiven und Wagen der Strassen-Eisenbahn Larmanjat's mit einer Schiene.

Ohne hier alle die Maschinen und Betriebsweisen erörtern zu können, welche man in neuerer Zeit für Secundär- oder Local-Eisenbahnen in Vorschlag und auch theilweise in Ausführung gebracht hat, hält der Verfasser es für Pflicht, mindestens des Systems des französischen Ingenieurs Larmanjat zu gedenken.

Zum Verständniss desselben diene nebenstehende Skizze Fig. 439. Bei den dreiachsigen Locomotiven dieses Ingenieurs sitzen auf der Mittelachse zwei grosse Triebräder RR, die beide auf der Chaussee (Steinschlagbahn oder Steinpflaster) BB laufen, während sich auf der Vorder- und Hinterachse nur je ein einziges kleines Rad r befindet. Letztere beiden Räder sind mit Spurkränzen versehen und laufen damit auf einer Centralbahnschiene A. Dadurch, dass die Triebräder auf der Chaussee laufen, wird ihre Adhäsion und mithin auch die Zugkraft der Locomotive vermehrt, letztere Eigenschaft also gewonnen wird ohne grosse Belastungen der Triebachse zu fordern, wie dies bei den gewöhnlichen Eisenbahn-Locomotiven unerlässlich ist.

Fig. 439.



Bei den ebenfalls dreiachsigen Personen- und Güterwagen ist das Dispositions-Verhältniss umgekehrt, d. h. auf der Mittelachse stecken die beiden kleinen Räder, welche auf der Chaussee oder dem Strassenpflaster laufen, während sowohl auf der Vorder- als Hinterachse nur immer ein einziges hohes Rad befestigt ist. Letztere beiden Räder laufen auf der Centralschiene. Durch diese Anordnung wird der Zugwiderstand der Wagen vermindert, da auf dem hohen Rade, welches auf der Centralschiene läuft, im Wesentlichen das ganze Wagengewicht ruht, während die beiden kleinen auf der Mittelachse befestigten und auf der Chaussee laufenden Räder nur zur Erhaltung des Gleichgewichts dienen.

Ungeachtet der zunächst ins Auge fallenden Vortheile dieses Systems, scheint dasselbe doch auch mit so vielen Nachtheilen [1]), beziehungsweise Täuschungen, verbunden zu sein, dass kaum Hoffnungen zu einer weiteren Verbreitung desselben vorhanden sind, als dasselbe zur Zeit erfahren hat. Dem Verfasser sind nur folgende vier Fälle der Anwendung bekannt.

Erstens eine kurze Versuchsbahnstrecke zwischen Raincy und Montfermeil (Station der Mühlhausener Eisenbahnlinie). Zweitens und Drittens auf den portugiesischen Linien Lissabon-Cintra (17,6 Kilom. lang) und Lissabon-Torres-Vedres (97,50 Kilom. lang), sowie endlich Viertens längs den Ufern des Canals de Bourgogne (welcher den Yonne-Fluss mit der Saone verbindet), zum Schleppen von Schiffen auf dem Canale [2]).

Der englische Ingenieur Clark hat nachher das System Larmanjat da-

---

1) Steinschlag oder Pflaster der Chausseen wurde beispielsweise so zerstört, dass man die Triebräder auf besonderen Holzbahnen laufen lassen musste.

2) Engineering vom 23. März 1873, p. 354.

durch zu verbessern gesucht, dass er dasselbe mit einer geeigneten Zahnstangen-construction verband[1]).

Zum Lobe des Larmanjat'schen Systems sprechen Abhandlungen in folgenden Schriften:

1. Mittheilungen des niederösterr. Gewerbe-Vereins, Jahrg. 1869, Nr. 17 und daraus Heusinger's Organ, Jahrg. 1869, S. 242.

2. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1873, S. 756. (Hier werden namentlich die oben genannten portugiesischen Bahnen besprochen.)

3. Rudolf, „Ueber das einschienige Eisenbahnsystem Larmanjat". Zeitschrift des österr. Ing.- und Arch.- Vereins, Jahrg. 1873, S. 120.

Erörterungen gegen das Larmanjat'sche System finden sich an nachbenannten Stellen:

Glaser und Morandière in Paris in Heusinger's Organ, Jahrg. 1870, S. 93.

Couche im II. Bande seines bereits vielfach citirten Werkes „Voie Matériel Roulant" und zwar von p. 289, §. 220 ab unter der Ueberschrift: „Essais faits pour substituer à l'adhérence sur rails l'adhérence sur un empierrement"[2]).

Schiebebühnen und Drehscheiben.

§. 34.

Beide in der Ueberschrift genannten Gegenstände wurden hier nur deshalb aufgenommen, um im Gebiete der verschiedenen Eisenbahnfuhrwerke, oder des betreffenden rollenden Betriebsmateriales, nach keiner Seite hin, eine Lücke zu lassen, sowie um eine Gelegenheit zu haben, beachtenswerthe Literaturangaben machen zu können.

I. Schiebebühnen[3]).

Schiebebühnen, Schiebebrücken oder Rolltische sind niedrige auf Rädern in Spurbahnen laufende Karren oder Brücken, auf deren Plattform man Eisenbahnfahrgleise befestigt hat und welche dazu bestimmt sind, Eisenbahnfuhrwerke aller Art durch eine seitliche, zur Richtung der Gleise rechtwinklige Bewegung (Verschiebung), auf ein anderes (Parallel-) Gleis zu bringen.

Man unterscheidet von denselben zwei Hauptgattungen: Versenkte Schiebebühnen und unversenkte Schiebebühnen, je nachdem die Brücken in Laufgruben, sogenannten versenkten Gleisen laufen oder nicht.

---

1) Patent-Specification Nr. 1246 vom 26. April 1872.

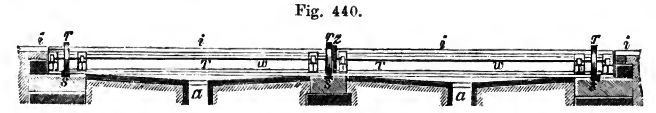
2) Noch andere Nachrichten über denselben Gegenstand finden sich im Engineering vom 20. Mai 1870, p. 352 und vom 27. Sept. 1872, p. 226.

3) v. Etzel, österreichische Eisenbahnen, entworfen und ausgeführt in den Jahren 1857—67. Ein höchst beachtenswerthes und besonders auch wegen der

Aus oben bemerkten Gründen beschränkt sich der Verfasser auf die Beschreibung einer grossen Schiebebühne mit versenktem Gleis, wie sie für die österreichische Franz-Joseph-Orientbahn ausgeführt wurde und wovon nachstehende Figuren 440 bis mit 442 unserem Zwecke entsprechende Skissen sind.

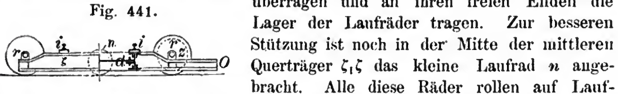
Die Brücke besteht hier aus den beiden Langträgern *T T*, auf welche die Fahrschienen *i i* unmittelbar aufgeschraubt sind. Die beiden Träger *T T* sind durch gusseiserne Querwände *t t* verbunden und die ganze Verbindung durch die Diagonalen *d d* versteift.

Fig. 440.



Zur Aufnahme der Laufräder *r r* sind in der Mitte der Brücke und an jedem Ende je zwei Querträger $\zeta_1 \zeta$ eingespannt, welche die Brücke seitlich überragen und an ihren freien Enden die Lager der Laufräder tragen. Zur besseren Stützung ist noch in der Mitte der mittleren Querträger $\zeta_1 \zeta$ das kleine Laufrad *n* angebracht. Alle diese Räder rollen auf Laufschienen *s s s*, welche auf Quadern gebettet sind. Da die Räder keine Spurkränze besitzen, so sind die beiden äussersten Laufschienen mit einer vorstehenden Spurrippe versehen. Zur Verschiebung der Bühne hat man drei auf

Fig. 441.



---

beigefügten schönen Zeichnungen wichtiges Werk. Die (oben im Texte) folgenden Figuren 440, 441 und 442 sind dem II. Bande dieses Werkes entnommen.

Clauss (Oberingenieur in Braunschweig), „Verbesserte Dampfschiebebühnen“. Heusinger's Organ etc., Jahrg. 1875, S. 119. Einer Schrift desselben Verfassers entnommen, welche betitelt ist: „Neue verbesserte Dampfschiebebühnen verschiedener Systeme und zweckmässige Anordnung derselben etc. etc. Eine empfehlenswerthe Arbeit.

Dr. Fränkel (Prof. in Dresden), „Schiebebühnen und Drehscheiben“. Auch drittes Heft etc. der Vorträge über Eisenbahnbau vom Prof. Dr. Winkler in Wien. Prag 1876. Die zur Zeit ausführlichste und beste Schrift ihrer Art. In dieser Quelle findet man zugleich Constructions-Theorien und eine sehr reiche Literatur des Gegenstandes.

Heusinger v. Waldegg, „Musterconstructionen für Eisenbahnbau“, so wie dessen Handbuch für specielle Eisenbahntechnik, Bd. I.

Leonhardi (Obermaschinenmeister), „Schiebebühnen mit Seilbetrieb“ nach Art der bei Krahnen (Bd. IV, S. 476 der allgemeinen Maschinenlehre) in Anwendung gebrachten Ramsbottom'schen Transmissions-Principes. Heusinger's Organ, Jahrg. 1876, S. 85 und Jahrg. 177, S. 152.

Sammlung von Zeichnungen für die Hütte. Jahrg. 1858 (Schiebebühne der Königl. Ostbahn), Nr. 17. — Jahrg. 1862 (Schiebebühne der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn), Nr. 26. — Ferner 1862 (Schiebebühne der Borsig'schen Fabrik), Nr. 33. — Jahrgang 1876 (Locomotiv-Schiebebühne für hydraulischen Betrieb), Nr. 5.

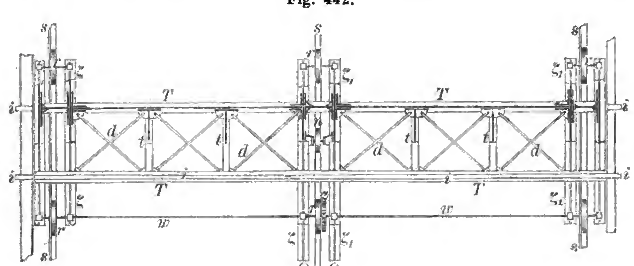
einer Seite liegende Laufräder durch eine Wellenleitung *w* gekuppelt und auf diese Welle *w*, neben dem mittleren Laufrade, ein Zahnrad *z* aufgekeilt, in welches man das Trieb einer bei *O O* aufgestellten Winde (die in unserer Figur weggelassen ist) eingreifen lässt.

Um die Schiebebühne in gewissen Stellungen arretiren zu können, ist, ebenfalls bei *O*, ein verticaler Riegel angebracht, der in entsprechende Vertiefungen eines Gussstückes neben der mittleren Laufschiene eingreift.

Wie aus Fig. 440 erhellt, ist die Versenkung mit abgeschrägtem Boden versehen, der im tiefsten Punkte Canäle *a a* besitzt, um Regen- und Schneewasser abzuführen.

Schliesslich werde in Bezug auf unsere Abbildungen noch Folgendes bemerkt. Fig. 440 zeigt die Schiebebühne in der Seitenansicht, die Versenkung

Fig. 442.



im Schnitte. Fig. 441 stellt die Bühne in ihrer linken Hälfte dar, die Endansicht in ihrer rechten Hälfte dagegen, den Schnitt durch eins der seitlichen Felder. Endlich lässt 442 in ihrer oberen Hälfte einen Horizontalschnitt durch die Schiebebühne, in ihrer unteren Hälfte aber die Aufsicht derselben erkennen.

II. Drehscheiben[1]).

Drehscheiben sind kreisförmige, horizontalliegende, um Verticalzapfen drehbare Plattformen (Brücken), die man dazu benutzt, Eisenbahnfuhrwerke von einem Gleise in ein anderes zu transportiren, sobald die Richtung in

---

1) Perdonnet, Nouveau Portefeuille de l'Ingenieur des chemins de fer. — Série E, Pl. Nr. 1 (Type de M. Buddicom), Pl. Nr. 2, Pl. Nr. 3, 4 et 5.

Oppermann, Portefeuille etc. des machines. Jahrg. 1860, 1866, 1870 und 1875.

Sammlung von Zeichnungen für die Hütte. Drehscheibe der Königl. Preuss. Ostbahn. Jahrg. 1857, Blätter 12a und 12b.

Dr. Fränkel (Professor), „Drehscheiben". In Dr. Winkler's Vorträgen über Eisenbahnbau. Drittes Heft, S. 113 (2. Aufl.), Prag 1876.

Derselbe Autor in Heusinger's Handbuche für specielle Eisenbahntechnik. Bd. I, S. 459 (dritte Aufl., 1873).

welcher die Wagen ankommen, eine merklich verschiedene oder völlig entgegengesetzte von der ist, in welcher sie abfahren sollen, also Richtungsveränderungen der Bewegung unter schiefen oder rechten Winkeln auszuführen sind.

Im Nachstehenden betrachten wir nur diejenige Gattung von Drehscheiben, wobei die Brücke auf Rädern oder Rollen läuft, die an der Drehbewegung der Brücke theilnehmen, nicht auf dem Schachtkranze bloss fest liegen, sondern ihren Ort mit der Bewegung der Brücke verändern, so dass das Ganze eine Art Fuhrwerk bildet[1]).

Von dieser Gattung Drehscheiben lassen sich wieder folgende 2 Arten unterscheiden. Erstens solche, wobei die Hängelager der Laufräder oder Rollen an der Scheibe befestigt sind und zweitens solche, wo die Laufräder an den Scheiben nicht fest sitzen, sondern ihre Lager in einem eisernen Rahmenwerke finden, während die Achsen der einzelnen Rollen durch Centralstangen gebildet sind, die sich sämmtlich in einem Ringe vereinigen, der den Mittelzapfen frei umfasst. Die Rollenachsen laufen dann halb so schnell als die Scheibe, welche auf ihren Umfängen aufliegt[2]).

Der Verfasser muss sich auch hier auf die specielle Beschreibung einer einzigen und zwar grossen Drehscheibe von 13 Meter Durchmesser[3]) beschränken, welche von der Maschinenfabrik Knövenagel in Hannover für die Hannoversche Staatsbahn ausgeführt wurde und auf welcher Locomotive und Schlepptender zugleich Platz finden können. Die folgenden Abbildungen Fig. 443 bis mit 449 sind geeignete Darstellungen dieser Drehscheiben, bei welcher man im Wesentlichen drei Haupttheile unterscheiden kann:

Erstens die Brücke, welche zum Tragen der Locomotive und des Tenders dient.

Zweitens den Mechanismus zum Drehen der Brücke.

Drittens den Mechanismus zum Feststellen der Brücke, in dem Augenblicke, wo die Schienen der Drehscheibe mit denen des Gleises correspondiren, auf welche die Locomotive gebracht werden soll.

---

1) Drehscheiben mit am Schachtrande (der Grube) festgelagerten Reibungsrollen, lassen sich in solche mit kurzem Dreh- (oder Druck-) Zapfen und in solche mit langen Drehzapfen unterscheiden. Letztere Disposition ist dann völlig ähnlich dem freistehenden Krahne mit langen Unter- oder versenkten Spurzapfen (Bd. IV, S. 465, Fig. 465 dieses Werkes und Dr. Fränkel in Winkler's Eisenbahnbau, S. 124, Fig. 71).

2) Abbildungen im vorbemerkten Perdonnet'schen Werke und in dem vom Verfasser bearbeiteten Artikel „Eisenbahnen" des Handbuches der Gewerbkunde von Karmarsch und Heeren S. 635, Fig. 403—406. (Eine auf den Hannoverschen Bahnen angewandte Construction.)

3) Kirchweger (Eisenbahn-Maschinendirector) berichtet (Zeitschrift des Arch.- und Ing.-Vereins zu Hannover, Bd. 13, 1867, S. 14), dass in Nordamerika Drehscheiben von 50 bis 54 Fuss engl. (15,25 bis 16,47 Meter) Durchmesser vorkommen, welche den Nutzen haben, dass die Maschine mit Tender so auffahren kann, dass die Brücke gleich schwer auf beiden Seiten belastet ist, wozu für die Seite, wo der Tender steht, eine grössere Länge nöthig wird. Die Last kommt hierbei nur auf die Mittelzapfen.

Die Brücke besteht aus zwei trapezförmigen Blechträgern $A\,A$, welche an verschiedenen Stellen durch eingespannte Querwände $B\,B$ zu einem Ganzen verbunden sind. Die Träger befinden sich in dem Abstande 1,495 Meter von einander, so dass sie unmittelbar die Fahrschienen $i\,i$ aufnehmen können.

Fig. 443.

Fig. 444.

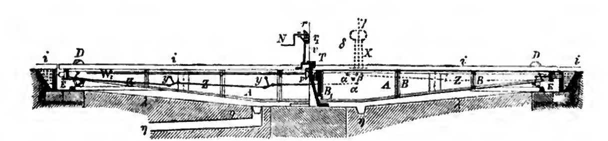
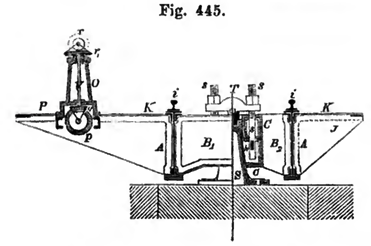


Fig. 445.



Die Brücke ruht auf fünf Stützpunkten und zwar derartig, dass ungeachtet dessen die Drehung um eine in ihrer Mitte liegende verticale Achse ermöglicht wird. Der Hauptstützpunkt liegt in eben dieser Achse und wird durch einen Spurzapfen gebildet, der aus der grösser gezeichneten Detailfigur 446 erhellt.

Zur Aufnahme der correspondirenden gussstählernen Spurplatte dient der auf Quadern gestellte gusseiserne Ständer S. Der ebenfalls aus Gussstahl angefertigte Spurzapfen ist mit der schmiedeeisernen Traverse T verbunden und an dieser Traverse ist endlich die Drehscheibe mittelst zweier Schraubenbolzen $s\,s$ aufgehangen. Noch ist hierbei zu bemerken, dass zwischen den beiden mittleren Querwänden $B_1\,B_1$ ein Gusskörper C eingesprengt ist, durch welchen die Schraubenbolzen hindurch gehen und am unteren Ende mit Keilen k ver-

sehen sind. Der Gusskörper C ist in der Mitte rund ausgebohrt und legt sich um den abgedrehten Kopf des Ständers S, durch welche Anordnung zugleich eine seitliche Führung der Drehscheibe erreicht wird. Die übrigen vier Stützpunkte werden durch die Laufräder D gebildet, welche auf der kreisförmigen Schiene E laufen, die ebenfalls wie der Ständer S auf Quadern ruht. Die Laufräder D sind auf Achsen F gekeilt, denen man eine radiale Stellung gegeben hat. Jede dieser Achsen ist an beiden Enden $l l_1$ gelagert, wobei die Lager mit den Trägern verbunden sind. Das vordere Lager l ruht auf einem ⊏-förmigen Träger G, der quer vor den Hauptträgerenden liegt und mit

Fig. 446.

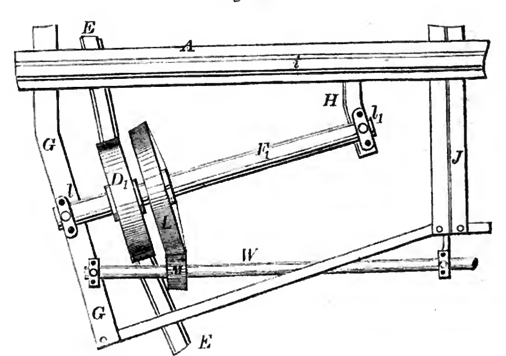
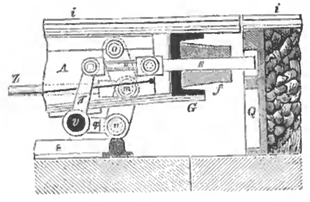


Fig. 447.



diesen durch Winkeleisen vernietet ist. Das hintere Lager l_1 ruht auf einem aus Blech und Winkeleisen gebildeten Consol H, welches man seitlich an den Hauptträger angenietet hat. Ausserdem sind noch andere Consolen $J J$ am Hauptträger vorhanden, welche zur Aufnahme des Deckbleches K bestimmt sind. Die Laufräder ragen mit ihrer oberen Hälfte durch dieses Deckblech hindurch. Um bequem zu den Achsen der Laufräder gelangen zu können, sind Löcher im Deckbleche ausgespart, welche für gewöhnlich durch die in Charnüren drehbaren Deckel $d d$ verschlossen gehalten werden.

Zur leichten und bequemen Drehung der Brücke hat man folgende Anordnung getroffen.

Auf die Achsen F_1 (Fig. 446) zweier auf derselben Seite der Brücke liegenden Laufräder, hat man Kegelzahnräder L aufgekeilt, in welche die auf Wellen $W W_1$ sitzende Getriebe M eingreifen. Die Wellen $W W_1$ erhalten ihre

Bewegung von einer Kurbel N (Fig. 445) aus und zwar in nachbemerkter Weise. Von der Welle der Kurbel N wird die Bewegung durch Kegelräder $r\,r$ auf die verticale Welle v übertragen. Letztere trägt an ihrem unteren Ende ein Kegelrad q (Fig. 443), welches in Kegelräder $p\,p_1$ eingreift, die an den inneren Enden der Wellen $\omega\,\omega_1$ befestigt sind und wodurch schliesslich die Umdrehung der Laufräder D_1 (Fig. 446) bewirkt wird. Die Kurbelwelle, sowie die verticale Welle v sind in einem gusseisernen Bocke O gelagert, dem man auf der Bühne $P\,P$ (Fig. 443) befestigt hat und der an seinem unteren Ende zugleich Lager der Wellen $\omega\,\omega_1$ trägt. Die entgegengesetzten Endlager dieser Wellen liegen auf den ⊏-Trägern G, sowie noch andere Lager $\lambda\,\lambda$ derselben Wellen an die Consolen $J\,J$ geschraubt sind.

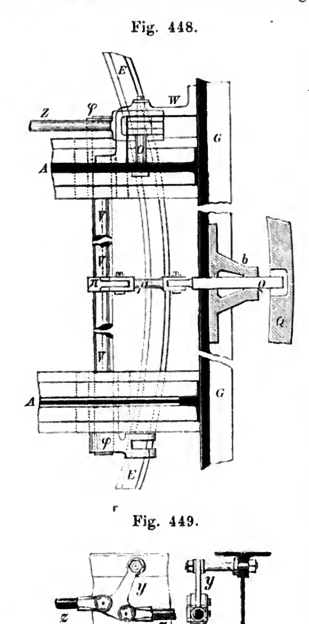


Fig. 448.

Fig. 449.

Es verbleibt nun noch, die Feststellung der Drehscheibe näher zu besprechen.

Zum Zwecke dieser Operation hat man hier zwei mit einander vereinigte Vorrichtungen angeordnet, um eine recht sichere Lage der Drehscheibe beim Auf- und Abfahren der Locomotive herbeizuführen.

Die erste dieser Sicherungen besteht darin, dass diametral gegenüberstehende Riegel $\varrho\,\varrho$ in entsprechende Löcher des gusseisernen Umfassungskranzes Q (Fig. 447 u. 448) greifen. Diese Riegel sind durch Gelenkstücken $\mu\,\mu$ mit den auf der Mitte der Wellen $v\,v$ sitzenden Hebeln π verbunden, so dass also durch eine oscillatorische Bewegung jeder der Riegel in seiner correspondirenden Führung f ein- und ausgeschoben wird. Zur Erzeugung der oscillatorischen Bewegung der Wellen v sind Zugstangen $z\,z$ und Kniehebel $o\,m\,n$ vorhanden. Im mittleren Drehpunkte dieses Kniehebels fassen die Zugstangen z an, bei deren Anziehen sich der Winkel $o\,m\,n$ sich immer mehr 180 nähert. Hierdurch rückt der Punkt n weiter nach unten, der Hebel $\varrho\,\pi$ dreht sich um v, die Gelenkstange μ verschiebt sich von links nach rechts, wodurch endlich der Riegel ϱ in eine correspondirende Aussparung des Kranzes Q tritt, wie dies Fig. 447 erkennen lässt.

Die Länge des Armes φ ist nun so bemessen, dass sich der Kopf desselben beim Anziehen der Stange z auf die Kreisschiene E legt und zwar in Folge der Kniehebelanordnung mit grosser Kraft. Da nun an jedem Ende der Brücke zwei, also im Ganzen vier Hebel φ vorhanden sind, so wird von diesen vier

Hebeln eine grosse Pressung gegen die Kreisschiene E ausgeübt und dadurch eine so bedeutende Reibung erzeugt, welche allein schon hinreichen würde, jede Verschiebung der Drehscheibe zu verhüten.

Die Zugstangen z, welche an beiden Seiten der Brücke liegen, erhalten ihre Bewegung von der quer durch die Brücke hindurchgesteckten Welle s (Fig. 443), an der man doppelarmige Hebel α aufgekeilt und mit den Zugstangen z verbunden hat. Die Welle s erhält ihre Bewegung von der Kurbel δ, auf deren Achse ein Trieb aufgekeilt ist, dessen Zähne in die verticale Zahnstange γ fassen und deren unteres Ende mit dem einarmigen Hebel β verbunden ist, der auf dem Ende der Welle s sitzt. Zur Aufnahme der Kurbelwelle sowie von Führungsrollen der Zahnstange γ dient ein gusseiserner Bock X, welcher, wie die Winde zum Drehen der Scheibe auf der seitlichen Bühne PP aufgestellt ist. Zu bemerken ist noch, dass die Zugstangen zz nicht aus einem Stücke hergestellt sind, weil sie sich sonst zu weit durchsenken würden; vielmehr hat man sie aus mehreren Längen zusammengesetzt, deren Enden an Schwingen yy (Fig. 449) aufgehangen und in der aus der Abbildung erkennbaren Weise mit einander verbunden sind.

Die Grube λ, in welcher die Drehscheibe läuft, ist mit auf die hohe Kante gestellten Backsteinen gepflastert und hat nach der Mitte zu Gefälle, wo Wasserrinnen $\eta\eta$ ausgeführt sind, um Regen und Schmutzwasser zu entfernen.

Maschinen und Apparate zum pneumatischen Transporte, insbesondere zur Brief- (Packet-) beförderung (Rohrpost) [1].

§. 35.

I. Geschichtliche Notizen.

Im IV. Bande dieses Werkes wurde (§. 38) nachgewiesen, dass wahrscheinlich Papin der erste gewesen sei, der auf Nützlichkeit des Fortpflanzens (der Transmission) mechanischer Arbeits-

---

1) Zur geschichtlichen Literatur des Gegenstandes sind besonders folgende Quellen zu empfehlen:

Engineering, Vol. XVIII (1874, from July to Decbr.), p. 293, 315, 353, 391 und 442.

Sternberg (Oberbaurath etc.) im ersten Bande des Heusinger'schen „Handbuches für specielle Eisenbahn-Technik." XVII. Capitel, S. 722 (der dritten Auflage) unter der Ueberschrift „Atmosphärische und pneumatische Eisenbahnen."

Couche im II. Bande des Werkes „Voie Matériel Roulant", p. 809 etc. Hier wird S. 110 nach dem Citate einer 1852 in Wien erschienenen Schrift

kräfte auf grosse Entfernungen hingewiesen und auch bereits betreffende Vorschläge zu geeigneten Anwendungen und Constructionen gemacht habe. Zur praktisch brauchbaren Ausführung dieser Ideen scheint zuerst (1753) Höll mit seiner zum Wasserfördern bestimmten „Luftsäulenmaschine“ gelangt zu sein, die jedoch nur kurze Zeit im praktischen Betriebe war und wegen zu geringen Wirkungsgrades, Nichtdichtungen und anderer Uebel, welche die circa 770 Mal dünnere Luft (als Wasser) mit sich führt, wieder entfernt wurde.

Nachdem die Sache über ein halbes Jahrhundert geruht hatte, bemühte sich von 1810 an der dänische Ingenieur Medhurst die atmosphärische Luft für industrielle und Verkehrs-Zwecke, sowohl in Bezug auf Transmission als auch auf Transport nützlich zu verwenden. Nach unserer unten angegebenen englischen Quelle veröffentlichte Medhurst in den Jahren 1810 und 1812 den Gegenstand betreffende Schriften, wovon die erste betitelt gewesen sein soll: „A new Method for Transporting Parcels and Lettres by Air“. Medhurst schlug hierzu vor, atmosphärische Luft in geeigneter Weise aus einem geschlossenen Canal, einer eisernen Röhre etc. auszuziehen (die Luft zu verdünnen) und durch die erzeugte Druckdifferenz mit der atmosphärischen Luft entsprechende Triebkraft zu gewinnen. Von wirklichen Ausführungen dieser Vorschläge ist leider Nichts nachzuweisen.

Im Jahre 1818 trat der englische Ingenieur Vallance mit einem ähnlichen Projecte auf. Er wollte Personen und Güter von London nach Brighton in einer tunnelartigen, gusseisernen Röhre, auf einer innerhalb der letzteren liegenden Eisenbahn transportiren. Die betreffenden Wagen wollte er mit an die Rohrwände schliessende Kolben versehen, während auf der Seite, wo der Zug hinfahren sollte, die atmosphärische Luft ausgesogen und ebenfalls eine geeignete Druckdifferenz zur Erzeugung der Bewegung geschaffen werden sollte. Als die Versuche mit einer (hölzernen?) $6\frac{1}{2}$füssigen Röhre misslangen, gab Vallance die ganze Sache frühzeitig wieder auf.

„Ghega's“ (Quadro dei progressi delle strade ferrate) behauptet, dass ein Engländer Taylor in Manchester bereits 1805 den pneumatischen Transport versucht habe.

Pernolet, „L'air comprimé et ses applications.“ Paris 1876. Nach meiner Ansicht zur Zeit das vorzüglichste (auch theoretische) Werk seiner Art.

Nach dieser Zeit bemühte man sich um ein zweites pneumatisches Transportsystem, bei welchem nämlich die fortzuschaffenden Wagen nicht mehr innerhalb, sondern ausserhalb der pneumatischen Röhre befindlich waren und wozu eine geeignete Verbindung zwischen dem Kolben in der Röhre und dem Fuhrwerke statt fand. In der Regel war die Röhre (oberhalb) auf ihrer ganzen Länge geschlitzt, der Kolben mit dem Fuhrwerke durch feste Arm- oder Kniestücke vereinigt, der Röhrenschlitz durch Seile, Klappenventile zu öffnen und zu schliessen etc. etc. Die erste derartige Ausführung, unter dem Namen des atmosphärischen Eisenbahnsystems, soll (1834) der amerikanische Ingenieur Pinkus versucht haben, jedoch, wie es scheint, ohne Erfolg.

Medhurst's und Pinkus Vorschläge suchten, vom Jahre 1838 ab, die englischen Ingenieure Clegg und Samuda praktisch brauchbar zu machen, und zwar zuerst mit Erfolg auf einer Versuchsbahn (Wormwood-Scrubs) bei London und dann im grössten Maassstabe 1844 zum Betriebe der Eisenbahn von Kingston (Hafen von Dublin) nach Dalkey in Irland [1]).

Diesem Vorgange entsprechend wurden bald mehrere andere Eisenbahnen mit gleicher Betriebsweise etablirt (in England zwischen London und Croydon und zwischen Exter und Plymouth; in Frankreich zwischen Nanterre und St. Germain) [2]), ja es schien eine Zeit lang sogar, als wollte „die atmosphärische Eisenbahn“, die zeitherige Betriebsweise der Eisenbahnen durch Locomotiven (oder stationäre Dampfmaschinen) ganz verdrängen [3]). Ueber letztere Frage entstanden namentlich in England harte Kämpfe, insbesondere zwischen Georg und Robert Stephenson einerseits und Clegg-Samuda anderseits, indem erstere das „atmosphärische System“ für die Dauer unhaltbar (als a great humbug), erklärten, während die letzteren Ingenieure, in Gemeinschaft

1) Der Verfasser befuhr diese „atmosphärische Eisenbahn“ zur Zeit der ersten Londoner Weltausstellung im Jahre 1851 und gedenkt heute noch mit Vergnügen des völlig ruhigen, sanften Transports, ohne Geräusch und Steinkohlen-Qualm!

2) Schmid, „Ueber atmosphärische Eisenbahnen“ in Förster's Bauzeitung, Jahrg. 1847, S. 340, 363 etc.

3) Armengaud, Publication industriel, 1848, p. 145 etc. Smiles, Lives of the Engineers, Vol. III, p. 371 und 401. Ferner im Pract. Mech. Journal 1863, p. 57 und hieraus Polytech. Centralblatt 1863, S. 1105.

mit Brunnel, es überall dem Locomotivsysteme substituiren wollten. Stephenson's Urtheile bestätigten sich nachher völlig, so dass schon Anfangs der 50er Jahre nirgends mehr atmosphärische Eisenbahnen existirten, vielmehr überall die freie Dampf-Locomotive, als bester Motor für Eisenbahnbetrieb, die Oberhand behalten hat.

Späteren Versuchen, das erste System, den pneumatischen Transport in überall geschlossenen (gemauerten) Röhren von sehr grossem Durchmesser[1]), zur Anwendung zu bringen (u. A. in der Nähe des Krystallpalastes bei Sydenham und in London um Waterloo-Station mit Charing-Cross in Verbindung zu bringen), sowie in New-York, ging es nicht besser, man überzeugte sich schliesslich, dass dies System (wie seine Vorgänger) theuerer und unzuverlässiger wie der Locomotivbetrieb ist, so dass es (hoffentlich für alle Zeiten) aufgegeben wurde.

Glücklicher war man mit der Verfolgung der Idee, Briefe, Briefbeutel und kleine Packete, für Zwecke der Post, in geschlossenen Röhren durch erzeugte Luftpressungs-Differenzen zu befördern. Nach vorhergegangenen Versuchen des Franzosen Galy-Cazalat gelang es 1858 dem Engländer Latimer Clark, den ersten derartigen Transport in London zwischen Moorgatestreet und der General Post Office wirklich auszuführen, wobei sich die Sache nachher so erfolgreich zeigte, dass das pneumatische Transportsystem in London nicht wieder aufgegeben, sondern nach und nach zu der Ausdehnung gebracht wurde, in welcher es sich gegenwärtig befindet. Clark wandte zur Erzeugung der erforderlichen Triebkraft gleichzeitig Verdünnung und Verdichtung der Luft (durch geeignete Maschinen) an, d. h. er sog die atmosphärische Luft vor den Transportbüchsen oder kleinen Transportwagen (cylindrical carriers) aus der Röhre und verdichtete (comprimirte) dieselbe hinter den genannten Büchsen oder Läufern.

Die Londoner Erfolge veranlassten zuerst die preussische Regierung im Jahre 1863 eine (fast) gleiche pneumatische

---

1) Die gemauerte Krystallpalaströhre war 3 Meter hoch und 2,73 Meter breit. (Sternberg a. a. O. S. 760). Ferner Polytechn. Centralblatt, Jahrg. 1865, S. 960 unter der Ueberschrift „Londons pneumat. Eisenbahn und Eisenbahn durch den Themse-Tunnel." Pract Mech. Magazin 1867, Decbr. 20, p. 406. Journ. of the Franklin Inst. April 1868.

Depeschen- und Briefpacket-Beförderung in Berlin und zwar zwischen der Königl. Central-Telegraphen-Station (Französische Strasse Nr. 35c) und der Börse, nachher auch zwischen der Centralstation und den Brandenburg-Potsdamer-Thoren durch Herrn Dr. Werner Siemens einrichten zu lassen. Diese Leitungen blieben auch, bis zur Erweiterung, d. h. Ausdehnung des Systems auf die ganze Stadt Berlin im unausgesetzten Betriebe[1]).

Das hier und in London angewandte System wird das mit continuirlichem Luftzuge genannt, weil man hierbei eine continuirliche Bewegung der Luft, von einer einzigen Centralstelle ausgehend, in Anwendung bringt. Diesem gegenüber trat man in Paris, von 1866 ab, mit dem sogenannten discontinuirlichen pneumatischen Depeschen-Systeme auf, wobei keine continuirliche Luftbewegung in den Röhren, sondern nur während der Fahrt eines Zuges Statt hat. Die Zeit zwischen dem Abgange der einzelnen Züge (die man gewöhnlich in Pausen von $^1/_4$ Stunde befördert) wird dazu benutzt, die Pressung der in grossen Behältern (eine Art Dampfkessel) etc. magizinirten Luft wieder auf die Höhe zu bringen, welche für die verlangte Geschwindigkeit des nächsten Depeschenzuges erforderlich ist.

Dem Verfasser wurde durch die Munifizenz des Königl. Preuss. Ministers für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten, Herrn Dr. Achenbach, im Herbst 1875 Gelegenheit geboten, das Pariser pneumatische Depeschensystem, seine Apparate, Maschinen etc. zu studiren, zu welcher Zeit die über die ganze Stadt verbreiteten Depeschenröhren bereits die Totallänge von $22^1/_2$ Kilometer erreicht hatte[2]).

In den weitesten Kreisen wurde das Pariser System, mit

1) Die Körper, zur Aufnahme der Depeschen und Briefe waren hier kleine Cylinder, welche man auf Rädern mit lenkbaren Achsen befestigte. Abbildungen, Beschreibungen etc. finden sich in der engl. Zeitschrift „Engineering“ vom 29. Mai 1868, S. 521 unter der Ueberschrift „Dr. Siemens Pneumatic Despatch System in Berlin“.

Weiteres auch in der Zeitschrift des Deutsch-Oesterr. Telegraphen-Vereins Jahrg. XIII (1866), S. 90.

2) Ein betreffender Bericht des Verfassers findet sich abgedruckt im Hannoverschen Wochenblatte für Handel und Gewerbe, Jahrg. 1875, S. 356. Derselbe kann nicht umhin, der zuvorkommenden Güte des ersten Ingenieurs der Pariser Centralstation (Rue de Grenelle, St. Germain) Herrn Bontemps, hiermit (soweit als möglich) öffentlich zu gedenken und seinen aufrichtigen Dank für alle desfallsige Bemühungen auszusprechen.

allen seinen Einrichtungen besonders durch Bontemps unten notirtes werthvolle Buch bekannt [1]), dem später noch eine Arbeit Armengaud's in dessen Publication industrielle [2]) folgte.

Im Jahre 1873 trat auch in Wien ein dem Pariser fast gleiches pneumatisches Depeschensystem in's Leben und zwar nach den Ausführungen eines österr. Ingenieurs v. Felbinger und des Franzosen Crespin [3]), die jedoch auch mancherlei beachtenswerthe Verbesserungen anbrachten. Die bald bekannt gewordenen Erfolge der in Wien getroffenen Anordnungen veranlassten auch die Königl. Preuss. Regierung, dasselbe System für Berlin ausführen zu lassen und zwar so energisch, dass dasselbe schon am 1. December 1876 als Rohrpost dem grösseren Publicum zur Benutzung anheimgestellt werden konnte.

Ungefähr um dieselbe Zeit erhielt auch die Stadt New-York eine Rohrpost. Andere und namentlich auch grössere deutsche Städte werden diesen Vorgängen folgen [4]).

---

1) Bontemps (Inspecteur des Lignes Telegraphiques) „Les Sytèmes Télégraphiques. Aériens-Électriques-Pneumatiques. Paris 1876.

2) Vingt-Troisième Volume (2. Serie, Tome III), p. 355. Paris 1876.

3) Ebendaselbst, p. 471, so wie in Pernolet's vorher citirtem Werke, p. 129.

4) Der Verfasser benutzt hier die Gelegenheit, Einiges über die Erfindung der Taucherglocke und deren jüngster Anwendung bei der Fundirung von Brücken zu berichten.

Schon Aristoteles (Problem XXXII, §. 5) führt an, dass die Taucher einen mit Gewalt hinabgedrückten Kessel brauchen, der sich nicht mit Wasser füllt, sondern Luft enthält, wenn er gerade hinabgelassen wird. Indess ist es zweifelhaft, ob der fragliche Kessel wirklich über den Kopf des Tauchers gestürzt, oder blos als Magazin gebraucht wurde, zu welchem der Mensch seine Zuflucht nehmen konnte, so oft ihm das Bedürfniss zu athmen dazu antrieb.

Die älteste Nachricht vom Gebrauche der Taucherglocke in Europa datirt vom Jahre 1538 (Schott, Technica curiosa L. VI, c. 9, p. 393 und Pernolet a. a. O. p. 5), wo in Toledo vor den Augen Kaiser Carl's V. und vielen Tausend Zeugen, zwei Griechen sich in einem umgekehrten Kessel unter Wasser liessen und mit einem brennenden Lichte, ohne nass zu werden, wieder heraufkamen.

In späteren Jahren (1588, 1665, 1687 etc.) holte man mittelst der Taucherglocke Schätze aus dem Meere heraus, die mit verunglückten oder zerschossenen Schiffen auf den Grund gelangt waren, worüber u. A. im (alten) Physik. Wörterbuche von Gehler (Leipzig 1791) im Abschnitte „Taucherglocke“ berichtet wird.

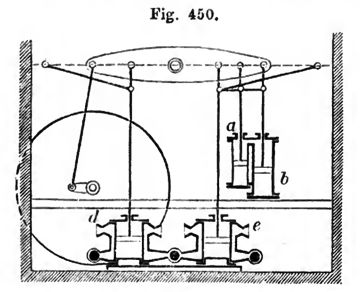
Ueber in diesem Jahrhundert vorgekommene Verwendungen der Taucherglocke wird u. A. berichtet im Bulletin d'encouragement etc. Jahrg. 1820, p. 193 und Ebendaselbst (Cavé's Taucherschiff) Jahrg. 1849, p. 1111, sowie in den Annales des Ponts et Chaussées, 1848, 2, p. 140. Endlich ist auch auf des Ver-

§. 36.

II. Specielles über Rohrpostmaschinen und Apparate.

A. Die Maschinen der Londoner Rohrpost. Nebenstehende Skizze Fig. 450 wird hinreichen, um die principielle Anordnung der in London angewandten Maschinen kennen zu lernen, welche man sich in dem General-Telegraph-Office (dem General-Post-Office gegenüber) für den pneumatischen Depeschen-Dienst zum Verdichten und Verdünnen der atmosphärischen Luft bedient.

Fig. 450.



Es sind zwei grosse Woolf-sche Balanciermaschinen *ab*, mit Expansion und Condensation unter deren Mitte sich zwei doppeltwirkende Cylindergebläsmaschinen *d* und *e* befinden, und deren Klappenventile (nach dem Principe der de la Hire'schen Pumpe Bd. IV, S. 575) sich bekanntermaassen nach derselben Richtung hin (in diagonaler Richtung hin übers Kreuz) öffnen und schliessen. Dabei hat man eine solche Anordnung getroffen, dass diese Gebläse beliebig zum Saugen oder Drücken, oder für beide Actionsarten zugleich

---

fassers Hydromechanik §. 55 hinzuweisen, wo betreffende Berechnungen durchgeführt sind.

Die allerwichtigste Anwendung hat die Taucherglocke in neuer Zeit zu den Fundirungen von Brückenpfeilern gefunden, in Bezug auf welche Anwendungen der französische Ingenieur Triger als der Erfinder (und zwar im Jahre 1839) bezeichnet wird (Pernolet, a. a. O. p. 1). Die ersten bedeutenden pneumatischen Fundirungen wurden 1845 bei den Pfeilern der Strassburger Rheinbrücke von Castor ausgeführt, in „dessen schönem Werke" Travaux de navigation et de chemin de fer etc., Paris 1861 (bereits Bd. IV. S. 512 bei den Baggermaschinen empfohlen) die Strassburger Arbeiten besprochen und durch schöne (grosse) Zeichnungen der betreffenden Maschinen und Apparate erläutert werden. Ueber die jüngsten pneumatischen Fundirungen hat u. A. Baurath Schwedler in Berlin, Mittheilungen im 2. Bande S. 362 des deutschen amtlichen Berichtes über die Wiener Weltausstellung von 1873 übersichtlich geliefert.

Etwas abweichende Angaben, die geschichtlichen Thatsachen über Verwendung der Taucherglocke zur Gründung von Brückenpfeilern betreffend, werden in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1871, S. 631—634 gemacht. Ohne hierüber eine Kritik zu eröffnen, erlaubt sich der Verfasser auf die von ihm beschriebene pneumatische Gründung der hohlen gusseisernen Pfeiler (Röhren) der 1851 von Brunel ausgeführten Chepstow-Brücke (Hannov Archit.-V., Jahrg. 1851—52, S. 360) hinzuweisen.

gebraucht werden können. Indem wir hinsichtlich speciellere Zeichnungen auf die unten notirte Quelle[1]) verweisen, entnehmen wir letzterer folgende Angabe:

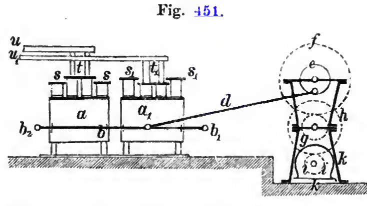
Von den Dampfmaschinen haben die kleinen (Hochdruck-) Cylinder 433 Millim., die grossen 648 Millim. Durchmesser und beziehungsweise 1257mm und 1676 Hub. Im kleinen Cylinder wird gewöhnlich nach $^3/_8$ Kolbenweg der Dampfzutritt abgesperrt. Die Dampfpressung beträgt 5 Atmosphären Ueberdruck Die Gebläsecylinder haben 889mm Durchmesser, die Kolben 194 Hub. Die Zahl der Schwungradumläufe ist 25 pro Minute. Wenn diese Maschinen doppelt wirkend arbeiten, so liefern sie pro Minute 33,352 Cubikmeter atmosphärische Luft von 1,70 Atmosphären Pressung.

Die zur Aufgabe und zum Empfange der Depeschenbüchsen vorhandenen Apparate (worauf wir nachher bei den Berliner Rohrposteinrichtungen ausführlich zurückkommen) gehören dem sogenannten Verticalsysteme an, wie sich diese sowohl in der englischen Zeitschrift „Engineering" vom 4. Decbr. 1874, p. 441 abgebildet und p. 442 beschrieben, als auch im vorher citirten Bontemp'schen Buche[2]) besprochen und in Kupfer gestochen, vorfinden.

B. Die Maschinen der Pariser Rohrpost. Das in Paris angewandte discontinuirliche pneumatische Depeschensystem unterscheidet sich von dem Londoner continuirlichen Systeme noch dadurch, dass die Centralstation nicht die einzige Quelle der erforderlichen bewegenden Arbeiten zum Verdichten und Verdünnen der atmosphärischen Luft ist und nicht nur an einer Stelle Gebläsemaschinen aufgestellt, sondern mehrere kleinere Motoren an verschiedenen Stationen des ganzen Rohrnetzes im Betriebe sind.

Als Motor benutzt man sowohl Wasserdampf als Wasser mit gehörigem Gefälle. Mittelst des letzteren treibt man entweder kleine Girard- (Schwammkrug-) Turbinen mit horizontaler Achse[3]) und bewegt damit ein Paar zusammengekuppelte Gebläse (Press- und Saug-Maschinen) mit horizontalliegendem Cylinder[4]), oder man verdichtet, mittelst aus entsprechender Höhe herabstürzenden Wassers die in verhältnissmässig grossen Behältern befindliche atmosphärische Luft[5]) in directer, d. h. in der Weise, wie dies anfänglich am Mont Cenis (auf der Südseite in Bardonnèche) geschah[6]).

Fig. 451.



Die Disposition einer Luftpumpen-Anordnung, welche von einer Girard-Turbine getrieben wird, zeigt Fig. 451.

---

1) Pernolet, L'Air comprimé etc., p 126, unter der Ueberschrift: „Machines de télégraphes de Londres".

2) Les Systèmes télégraphiques, p. 93, Pl. V.

3) Allgem. Maschinenlehre, Bd. 1 (zweite Auflage), S. 389.

4) Ebendaselbst Bd. IV, S. 742.

5) Pernolet, a. a. O. p. 135 und 137, sowie Bontemps a. a. O. p. 293 und p. 306.

6) Allgem. Maschinenlehre, Bd. IV, S. 754.

Dabei ist a_1 die Verdichtungs- und a die Verdünnungspumpe. Bei a_1 wird durch s_1 und s_1 atmosphärische Luft angesogen und durch t_1 verdichtete Luft in die Röhren u_1 getrieben. Bei a ist der Process umgekehrt, d. h. durch die Rohrstützen ss wird Luft ausgetrieben, welche durch u und t aus geeigneten Behältern entnommen wurde.

Die Girard-Turbine ist durch den Buchstaben k angedeutet. In einem besonderen Falle (Station Château d'eau, Anfang des Boulevard du Temple) beträgt das Gefälle des vorhandenen Aufschlagwassers 12 Meter, wobei die Turbine k pro Minute 240 Touren macht. Durch zwei Paar Zahnräder ($\frac{i}{h} \cdot \frac{g}{f}$, sogenannte Rückwärtsübersetzung) wird diese Umlaufszahl auf 22 pro Minute für die Krummzapfenscheibe e reducirt. Wie von letzterer aus, mittelst Lenkstange d und Rahmenwerk $b b_1 b_2$, die Bewegung auf den Luftpumpenkolben übergetragen wird, erhellt hinlänglich aus unserer Skizze.

Fig. 452.

Der Vollständigkeit wegen folgt in Fig. 452 noch der Durchschnitt der Verdünnungspumpe a. Man erkennt sofort, dass mit tt die Saug- und mit ss die Druckventile bezeichnet sind, sowie dass die verdünnte Luft im Rohre u angesogen wird. Um die Abnutzung des Kolbens c unschädlich zu machen, lässt man hier (wie auch bereits Bd. IV, S. 756, Fig. 543, um die Erhitzung der Luft so weit als möglich zu vermeiden) in den Cylinder a kaltes Wasser ww eintreten, was von y aus durch v eingebracht und zeitweise durch vz entfernt werden kann.

C. Die Maschinen und Apparate der Berliner Rohrpost.[1]) Wie in Wien, so haben die Ingenieure v. Felbinger und Crespin auch in Berlin, die Disposition der von kleinen Dampfmaschinen aa Fig. 453 betriebenen Luftpumpen p und q so getroffen, wie aus nachstehender Abbildung erhellt.

In der Wirklichkeit befinden sich an jeder Maschinenstation immer zwei solche Aufstellungen (wie namentlich aus der nachher folgenden Grundrissfigur

1) Die Maschinen und Zubehör der Wiener Rohrpost unterscheiden sich so wenig von der Berliner Anlage, dass wir (für gegenwärtigen Zweck hinreichend) nur letztere etwas ausführlich besprechen, hinsichtlich ersterer aber auf Pernolet, a. a. O. p. 129 (Machines de télégraphes de Vienne) und Armengaud's Publ. industr., 2. Serie, Tome III. (1877), p. 471 und auf die daselbst beigegebenen schönen Abbildungen auf Tafel 39 und 40 verweisen.

460 erhellt) unmittelbar neben einander, um im Falle einer Reinigung, Verpackung, Reparatur etc. keine Betriebsstörung zu veranlassen.

Fig. 453.

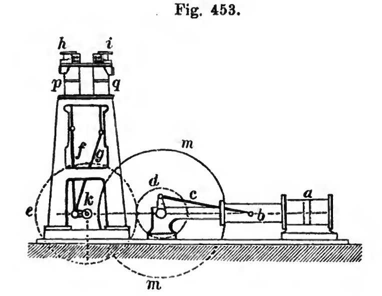
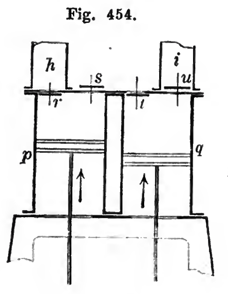


Fig. 454.



Wie man ohne Weiteres erkennt, stehen die Pumpen auf einem gusseisernen Bocke neben einander, zwischen dessen beiden Ständern die Welle der treibenden Kurbel *k* gelagert ist. Die Achsen der Gebläsecylinder *p* und *q* liegen zwar in der Ebene des Kurbelwarzenkreises, gehen aber nicht durch dessen Mittelpunkt, sondern vertical, in gleichem Abstande links und rechts, von demselben vorbei, während die Lenkstangen *f* und *g*, beide an derselben Warze (der Kurbel *k*) angreifend, die Kolbenstangen treiben, die in gewöhnlicher Weise (durch Kreuzkopf und Leitbahn) geführt werden.

Wie aus der etwas grösser entworfenen Skizze Fig. 454 erhellt, sind die Pumpencylinder unten offen, also einfach wirkend. Die erforderlichen zwei Ventile *rs* und *tu* jeden Cylinders sind aus flachen Gummiplatten gebildet. Dass *p* der Verdünnungs- und *q* der Verdichtungscylinder ist, bedarf wohl kaum der Bemerkung.

Die horizontalliegenden mit Expansion aber ohne Condensation arbeitenden Hochdruckdampfmaschinen [1]) (6 Atmosphären Dampfpressung in den Kesseln) tragen ihre Bewegung nicht direct auf die Luftpumpen über, sondern unter Einschaltung eines Zahnradvorgeleges *de*, wovon das Getriebe *d* auf der Welle des Schwungrades *m*, das Rad *e* aber auf der Pumpenkurbelwelle *k* befestigt ist.

---

1) Der Grösse nach sind überhaupt zwei Gattungen von Dampfmaschinen vorhanden. Die eine (kleinere) Gattung hat Cylinder von 264mm Durchmesser und Kolben von 528mm Hub. Die andere (grössere) Gattung mit Cylindern von 315mm Durchmesser und von 630mm Kolbenhub. Die Schwungradwellen laufen bei den kleineren Maschinen pro Minute 40 bis 60 Mal, bei den grösseren 34 bis 50 Mal um. Die Dimensionen und Tourenzahlen der correspondirenden Luftpumpen sind folgende:

	Kleinere Gattung.	Grössere Gattung.
Cylinderdurchmesser	400mm	500mm
Kolbenhub	660 „	860 „
Tourenzahl pro Minute	20—30	17—25

Die vorhandene Rückwärtsübersetzung beträgt 1 : 2, so dass sich die Gebläsekolben stets halb so geschwind wie die Dampfmaschinenkolben bewegen.

Ueber die Luftreservoire (Comprimirungs- und Vacuum-Kessel), womit die Pumpen p und q in Verbindung stehen und über andere damit zusammenhängende Theile, kann erst später Auskunft gegeben werden, wenn wir zur Besprechung aller Maschinen und Apparate einer (sogenannten) Station Fig. 460 gelangen und nachdem (vorher) einer der sogenanten Depeschen- (Empfangs- und Versandt-) Apparate beschrieben wurde.

Mit Letzterem beginnen wir jetzt, indem wir die Beschreibung eines der complicirtesten (sogenannten doppelten) Depeschen-Apparates liefern, welcher in folgenden drei verschiedenen Ansichten, Fig. 457 (Vorderansicht), Fig. 458 (Grundriss im Durchschnitt) und Fig. 459 (Profildurchschnitt) dargestellt ist.

Wie schon erwähnt, ist dieser Apparat ein sogenannter „Doppelter", d. h., er dient sowohl zum Versandt als zum Empfange der Depeschenbüchsen[1]).

---

1) Zur Erinnerung an die mir in Paris Seitens der Telegraphen-Verwaltungsbehörde und des Ingenieurs Herrn Bontemps geschenkten Aufmerksamkeit und Unterstützung meiner Studienzwecke, habe ich in Fig. 455 eine der hier angewandten Depeschenbüchsen abbilden lassen, zu deren Verständniss folgende Bemerkung hinreichen wird.

aa ist eine cylindrische Büchse (von kreisförmigen Querschnitten) aus Stahlblech, die zur unmittelbaren Aufnahme der auf Papier geschriebenen oder gedruckten Depeschen dient. Das eine Ende b dieser Büchse ist durch einen etwas gewölbten Boden geschlossen, während das andere Ende offen, auch daselbst mit Seitenöffnungen ff ausgestattet ist, welche man dazu bestimmt hat, die Depeschen schnell und leicht aus der Büchse nehmen zu können. Nahe dem geschlossenen Ende b hat man den Büchsenmantel mit Leder d umgeben, so dass der äussere Durchmesser gleich dem der zweiten aus Leder zusammengenähten Büchse g wird, in welchem man die Depeschenbüchse a nach deren Füllung hineinschiebt. Dass man den beiden Aussenmänteln d und g gleichen Durchmesser gegeben hat, ist für die Auflage der ganzen Büchse in dem Leitungsrohre a, a^2 und a^3 (Fig. 457 u. 460) von Vortheil; den äusseren Boden bildet eine Scheibe h aus dickem Sohlleder. Der äussere Durchmesser der Metallbüchse a beträgt 50 Millimeter, ihre Länge 135 Millimeter. Die Lederhülse g hat dagegen 58 Millimeter äusseren Durchmesser und 115 Millimeter Länge. Da die Pariser Depeschenröhren einen lichten Durchmesser von 72 Millimeter haben, so verbleibt zwischen Büchsen und Röhrenumfang ein Spielraum von $\frac{14}{2}$ = 7 Millimeter.

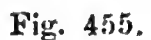


Fig. 455.

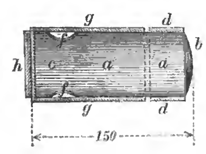
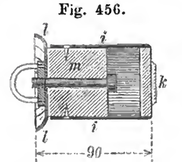


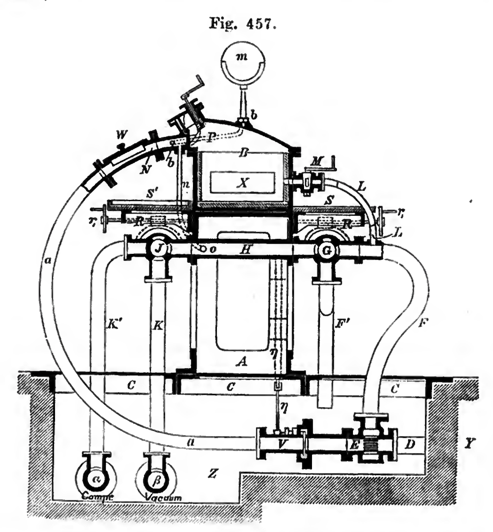
Fig. 456.



Der Schluss eines jeden Büchsenzuges wird von einem Kolben ikm Fig. 456 gebildet, der mit einer Lederkappe l von der Art ausgestattet ist, wie solches bei den Kolben der Wasserpumpen gebräuchlich ist.

auch ist derselbe zugleich so eingerichtet, dass man die Richtung der Büchsenbewegung sehr einfach verändern, d. h. in die entgegengesetzte Richtung umsetzen kann [1]).

Fig. 457.



Das Gestell dieses Apparates bildet ein kräftiger gusseiserner Ständer *A* (Fig. 457), auf dessen horizontaler Tischfläche die aus Bronze hergestellte Büchsenkammer *B* aufgeschroben und deren Böden (inwendig) mit Gummi-

---

Von fast gleicher Anordnung und Grösse sind die Depeschenbüchsen und Behälter der Berliner Rohrpost, nur dass hier die letzte oder Schlussbüchse (Fig. 456) ebenfalls hohl, d. h. zur Aufnahme von Depeschen bestimmt ist. Abbildungen dieser Depeschenbüchsen finden sich in der wiederholt citirten deutschen (Berliner) Bauzeitung Nr. 12 (13. Febr. 1877), S. 53.

1) Der Verfasser benutzt von hier ab Zeichnungen und Actenstücke, die ihm in zuvorkommender Weise (bei einem Besuche in Berlin, im Sept. 1876) durch Herrn Ober-Baurath Elsasser und Herrn Ober-Ingenieur von Felbinger zur Disposition gestellt wurden.

Ausserdem ist dem Verfasser auch ein von Herrn F. Schmetzer in Berlin verfasster Artikel der deutschen (Berliner Bauzeitung vom 12. und 17. Febr. 1877, Nr. 12 und 14) von Nutzen gewesen, welcher die Ueberschrift trägt: „Die Rohrpost in Berlin" und der von einer Plan-Skizze der Stadt Berlin begleitet ist, worin das vorhandene Netz der Depeschenröhren, die Haupt- und Neben-Stationen mit Zubehör etc. verzeichnet sind.

platten belegt sind. Der Ständer A ist übrigens auf einem gusseisernen dreitheiligen Rahmen C aufgeschraubt, der eine im Fussboden gebildete Vertiefung Z einfasst und dessen Felder durch Deckbleche verschlossen sind.

Fig. 458.

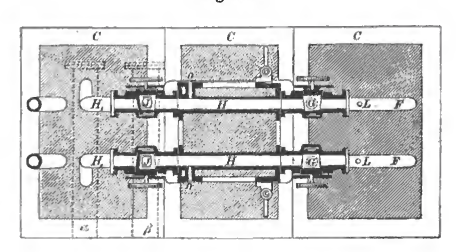
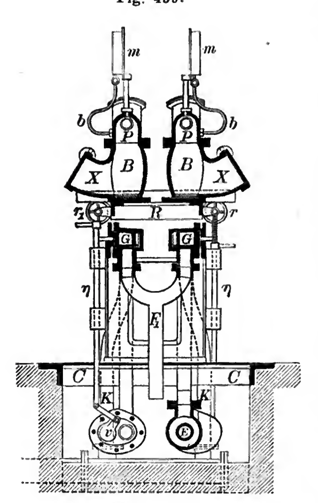


Fig. 459.



Die Depeschen-Rohrleitungen münden mit ihren Enden D (in Fig. 457 noch besonders durch den Buchstaben Y am durchschnittenen Mauerwerke markirt), in der unter dem Rahmen C gebildeten Vertiefung anschliessend, an eine, für die Aus- oder Einströmung der Luft in den Rohrstrang bestimmte Abzweigkammer E, welche durch das Rohrstück F mit einem Hahne G (dem Beförderungshahne) verbunden ist. Der Hahn G steht durch ein unten offenes Rohr F' mit dem Raume unter dem Rahmen C, ferner mit dem im Ständer A angegossenen Rohrstück H und mit einem (dem G ähnlichen) Hahne J (Permutationshahn genannt) in Verbindung. Letzterer kann durch andere Rohre K und K' entweder mit dem Pressungsrohre α oder mit dem luftleeren (Vacuum) Rohre β, in Verbindung gebracht werden.

Das Rohrstück F hat eine weitere Abzweigung L, wodurch es mit der Büchsenkammer B des Apparates verbunden ist. In dem Rohre L ist ein sogenannter Luftbufferwechsel M eingeschaltet, welcher dazu dient, die Büchsenkammer B im Momente des Empfanges mit Luft von derselben Pressung anzufüllen, welche hinter dem Zuge im Rohre D herrscht, um denselben zum Stillstande zu bringen, nachdem er die Abzweigkammer E passirt hat.

Durch eine weitere kleine Bohrung steht das Rohrstück *H* mit der Aufgebekammer *N* der Büchsenkammer *B* in Verbinduug. Ein in diese Verbindung eingeschalteter kleiner Dreiweghahn *O* (der sogenannte Anhubwechsel), vermittelt nämlich entweder die directe Communication der Aufgebekammer *N* mit der Pressung im Rohre *H* oder durch seine zweite Stellung mit der atmosphärischen Luft. Zu beachten ist noch, dass die Aufgebekammer *N* durch eine Klappe *P* von der Büchsenkammer abgesperrt werden kann.

Die Beförderungshähne *G* und die Permutationshähne *J* werden durch Schraubenräder *R* bewegt. An den Schraubenspindeln sitzen zu diesem Zwecke kleine Handräder, die in Fig. 457 mit dem Buchstaben $r r_1$ bezeichnet sind. Ueber den endlosen Schrauben letzterer Figur befinden sich an dem Gestelle *A* befestigte Tischplatten *S* und S^1, welche zum Auflegen von Depeschenbüchsen, zu Schreibzwecken etc. dienen.

Unter den Deckplatten der Rahmen *C* sind in dem einmündenden Depeschenrohre *D* Scheibenverschlüsse *V* angebracht, welche durch Zugstangen η vom Standpunkte der Manipulanten leicht geöffnet oder geschlossen werden können. Diese Verschlüsse dienen hauptsächlich dazu, die Rohrstränge gegen den Apparat dann geschlossen zu halten, wenn diese mit den Behältern für Luftleere der anderen Stationen in offener Verbindung stehen und der dahin unter Luftleere abzusendende Depeschenzug bei der kleinen Verschlussthür *W*, in der Aufgebekammer *N* des Apparates, in den Rohrstrang eingelegt werden soll. Es ist dies bei solchen Depeschenleitungen von wesentlichem Vortheile, welche stets von Zügen unter Luftleere durchlaufen werden.

Diese Linien bleiben dann während des ganzen Betriebes stets mit den Behältern für Luftleere in offener Verbindung und werden nur dann ausser Verbindung gesetzt, wenn der Zug im Apparate eingelaufen ist, wodurch die Geschwindigkeit der Züge mit Luftleere bedeutend grösser ist, als wenn man die Vorluftentleerung nicht stattfinden lässt, sondern erst dann Luft anwendet, wenn der Zug in den Rohrstrang eingelegt wurde.

Die grosse Verschlussthür *X* der Büchsenkammer *B* wird durch zwei Schrauben an vorspringende Kantenrippen der Kammeröffnungen gepresst.

Nicht unerwähnt mag das in Fig. 457 mit dem Buchstaben *m* bezeichnete Manometer bleiben, welches durch ein dünnes Rohr *b* mit dem Aufgeberaum *N* in Verbindung gesetzt und zur Angabe der stattfindenden Luftpressungen im Rohre *a* bestimmt ist.

Wir sind nun mit den allgemeinen Beschreibungen und Erörterungen so weit gekommen, dass jetzt der Empfang und Versandt der Depeschen besprochen werden kann.

Zum Zwecke des Empfanges steht der Permutationshahn *J* dauernd auf Vacuum, verbindet also *K* mit *H*, wozu noch bemerkt werden mag, dass in Fig. 457 das Compressionsrohr mit α und das Vacuumrohr mit β bezeichnet wurde. Die Klappe *P* ist dabei geöffnet. Sobald nun ein Zug von der vorhergehenden Station angemeldet ist, wird Hahn *G* so gestellt, wie unsere Figur erkennen lässt, d. h. derartig, dass er das Fahrrohr *D* mit dem Vacuum verbindet. Die absendende Station setzt das Fahrrohr hinter dem Zuge mit der Atmosphäre oder eventuell mit dem Compressionsrohre *a* in Verbindung. Der ankommende Zug bleibt in der Regel hinter dem Abzweigstücke *E* liegen, was an einem stark hörbaren Geräusche erkannt wird. Findet letzteres Statt, so

wird der Hahn *G* schnell geschlossen, dagegen ein Hahn bei *O* so gedreht, dass das Rohr *H* durch ein dünnes Verbindungsrohr *n* mit der Aufgebekammer *N* communicirt, in Folge dessen der Zug in die Empfangskammer *B* eingesogen wird. Hierauf wird der Schieber *V* geschlossen und der Hahn *O* so gedreht, dass er die Empfangskammer *B* mit der Atmosphäre in Verbindung bringt. Hiernach kann man *X* öffnen und die Depeschenbüchsen herausnehmen. Erfolgt die Ankunft eines Zuges mit zu grosser (gefährlicher) Geschwindigkeit, so wird der Hahn *M* geöffnet und somit, während der Zug durch *a* geht, die Empfangskammer *B* mit Luft von derselben Spannung gefüllt als hinter dem Zuge herrscht, so dass eine sanfte Bewegung erfolgt.

Für den Versandt von Depeschenbüchsen gilt Folgendes. Die Klappe *P* ist beständig geschlossen, der Schieber *V* geöffnet und der Hahn *J* auf Compression gestellt, d. h. dieser durch *K'* mit der Rohrleitung *α* verbunden. Die folgende oder Empfangsstation hat das Fahrrohr vom Ueberdruck befreit, so dass in demselben die Atmosphärenspannung herrscht. Die Depeschenbüchsen werden durch *W* in die Aufgebekammer *N* gelegt, die nach einander im Rohre *a* hinabgleiten. Darauf setzt man *N* durch das Rohr *n* und den Hahn *O* mit *H* in Verbindung, d. h. lässt comprimirte Luft hinter den Zug treten, welche demselben den Antrieb giebt, bis er an dem Zweigstücke *E* vorüber ist, durch welches dann der Hauptstrom (auf dem Wege $\alpha\, K_1 J\, H$, *G* und *F*) eintritt, in das Rohr *D* gelangt und den Zug nach der folgenden Station treibt. Darauf wird der Hahn *G* der Absendungsstation geschlossen, während die folgende Station ihren Hahn *G* so stellt, dass *F'* mit *F''* communicirt, demzufolge die Luft im Fahrrohre im Raume unter dem Fussboden austritt, dass Fahrrohr also vom Ueberdrucke befreit wird.

Für gegenwärtige Zwecke muss vorstehende Betriebsauseinandersetzung genügen, während für weitere Erörterungen des ganzen Berliner Depeschenpolygons auf die desfallsigen ganz speciellen Auseinandersetzungen verwiesen werden muss, welche die früher citirte Arbeit (in der deutschen Bauzeitung) enthält. Dagegen hält es der Verfasser für erforderlich, die Disposition einer der sogenannten Maschinenstationen des Berliner Rohrpostgebietes mit Hülfe der Grundrissskizze Fig. 460 zu besprechen und dadurch das Verständniss der vorstehenden Beschreibungen so weit als möglich zu vervollständigen.

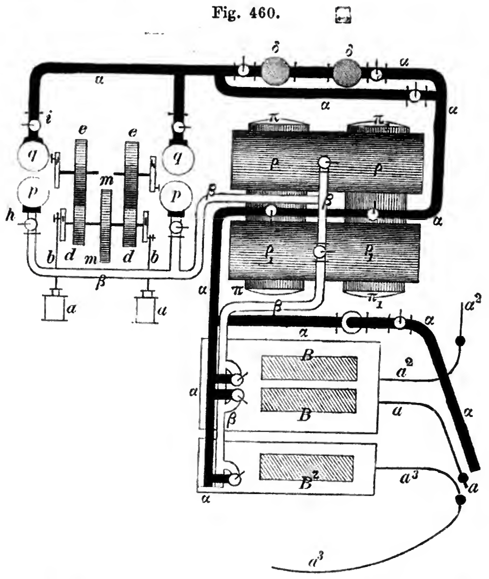
Die genannte Skizze bezieht sich auf die mit Maschinen[1]) ausgestattete Station Nr. 9 (Oranienburgerstrasse Nr. 35 und 36). Dampfmaschinen und Gebläsemaschinen sind hierbei mit denselben Buchstaben bezeichnet als dies in Fig. 453 und 454 geschah. Die Kessel zur Aufnahme verdichteter Luft (Compressionsapparate) sind mit den Buchstaben $\pi\pi_1$ markirt, dagegen die Kessel oder Apparate für Luftleere (Vacuumsapparate), die unmittelbar über ersteren liegen, durch die Buchstaben $\varrho\varrho_1$. Selbstverständlich sind dann auch,

---

1) Von den 16 Stationen, die beim Besuche des Verfassers in Berlin (Octbr. 1876) bei der Eröffnung (Decbr. 1876) in Thätigkeit treten sollten, waren vier (die Stationen Mauerstrasse, Oranienburgerstrasse, Ritterstrasse und Pallisadenstrasse mit (Dampf- und Gebläse-) Maschinen, sowie mit den beschriebenen Versandt- und Empfangs-Apparaten, die übrigen zwölf aber nur mit Apparaten (ohne Maschinen) ausgestattet.

den Bezeichnungen in Fig. 457 entsprechend, mit $\alpha\alpha$ die Röhren für Leitung der comprimirten Luft, dagegen mit $\beta\beta$ die Leitungsröhren für verdünnte Luft bezeichnet. Mit BB ist in Fig. 460 der Ort eines Depeschen-Doppel-Apparates, mit B^2 aber der Ort eines einfachen Apparates angedeutet. Die Depeschenröhren wurden, wie in Fig. 457, durch die Buchstaben a, a^2 und a^3 markirt. Davon communicirt a mit der Station Nr. 8 (Börse), a^2 mit der Station Nr. 10 (Lothringerstrasse Nr. 60 und 61) und a^3 mit der Station Nr. 14 (Chausseestrasse Nr. 94)

Fig. 460.



Jede der Dampfmaschinen aa hat Cylinder von 315mm Durchmesser und Kolben von 630mm Hub. Die beiden beziehungsweise Compressions- und Vacuum-Pumpen q und p 500mm Cylinderdurchmesser und 860mm Kolbenhub. Von den vorhandenen Stirnrädern d und e hat ersteres 59 eiserne und letzteres 118 hölzerne Zähne. Jeder der beiden zugehörigen Dampfkessel hat 3200mm Länge und 1580mm Durchmesser und dabei eine Heizfläche von 57 Quadratmeter.

Jeder der beiden Compressions-Reservoire π und π_1 hat 20 Cubikmeter Inhalt, jedes der Vacuum-Reservoire ϱ und ϱ_1 fasst 13 Cubikmeter.

Von den beiden Apparaten $\delta\delta$, welche in die Compressionsröhre $\alpha\alpha$ eingeschaltet sind, um die erforderliche Abkühlung der rasch verdichteten atmosphärischen Luft zu bewirken, hat jeder 22 Quadratmeter Kühlfläche. Die Anordnung dieser Apparate gleicht den sogenannten Vorwärmern der

Dampfkessel (Bd. 1, S. 566) und den Flächen-Condensatoren der Dampfschiffe (Bd. 4, S. 280). Während die gepresste Luft die dünnen Röhren durchströmt, werden letztere ausserhalb von kaltem Wasser umspült.

Die Rohrleitungen α und β bestehen aus schmiedeeisernen geschweissten Röhren von 74 Millimeter äusserem und 65 Millimeter innerem Durchmesser. Die Länge der einzelnen Rohrstücke beträgt 5 Meter; ihre Verbindung wird durch Flantschen und Schrauben bewirkt. Damit jeder Rohrstrang einen vollkommen luftdichten Behälter bildet, sind die Flantschen abgedreht, mit Zahn und Nuth in einander gefügt und durch dünne Ringe aus vulcanisirtem Kautschuk gedichtet. Im Allgemeinen werden in den Rohrleitungen Curven unter 8 Meter Krümmungshalbmesser vermieden. In den öffentlichen Strassen liegt die Leitung 1 Meter unter der Oberfläche im Erdreiche.

Die gewöhnliche Luftpressung in den Röhren ist die von $1\frac{1}{2}$ Atmosphären Ueberdruck, die aber auch auf 2 Atmosphären gesteigert werden kann. Die Luftleere in den Vacuum-Röhren beträgt gewöhnlich $\frac{3}{4}$ Atmosphären unter äusserem Luftdruck.

In der Regel besteht ein Hauptzug aus 15 bis 20 Depeschenbüchsen, deren jede wenigstens 20 Briefe (Depeschen) fasst. Die Geschwindigkeit, womit sich die Züge in den Fahrröhren a, a^1 a^2 a^3 fortbewegen, beträgt meist 15 Meter, im Maximum 20 Meter pro Secunde. Für Paris giebt Bontemps die gewöhnliche Transportgeschwindigkeit 1 Kilometer pro $1\frac{1}{2}$ Minute, d. h. etwas über 11 Meter pro Secunde an [1]).

---

1) Bontemps „Les Systèmes Télégraphiques" p. 290 und p. 322 (Note).

Nachträge.

Nr. 1. Zur geschichtlichen Einleitung.

Dem Verfasser kam zu spät Heft LVIII des officiellen österreichischen Berichtes über die Wiener Weltausstellung vom Jahre 1873 zur Hand, worin der Ingenieur Riedeli in Wien die Gruppe XIII, Strassenfuhrwerke und andere Transportmittel, mit einer geschichtlichen Einleitung behandelt, die manche dem Verfasser unbekannte, interessante und werthvolle Angaben enthält.

Folgende Notizen dürften zunächst als wünschenswerthe Ergänzung hier aufzunehmen sein.

Zu Seite 13 unseres Buches ist der (mit uns übereinstimmende) Ausspruch Riedeli's bemerkenswerth, dass das an dem Ende einer Wagenachse festsitzende Scheibenrad (Tympanon), dem Speichenrade (Rota) mit Nabenbüchse in der Erfindung vorausgegangen ist. Ebenso in der Behauptung, dass das Scheibenrad stets auf der Achse des Wagens befestigt war und sich mit dieser zugleich drehte.

Zu Seite 17 unseres Buches liefert Fig. 2 des Riedeli'schen Berichtes insofern eine Ergänzung, als daselbst ebenfalls ein „Prähistorischer Bronzewagen" beschrieben ist. Derselbe wird „Stretweger Opferwagen" genannt und sein Alter nach Jahrtausenden bemessen. Es soll nämlich dieser Wagen aus der Zeit stammen, wo Steiermark, namentlich die Gegend von Judenburg, noch von den Kelten bewohnt war. Das in gedachter Figur allein sichtbare Wagengestell ruht auf vier Bronzerädern, jedes mit 8 Speichen ausgestattet.

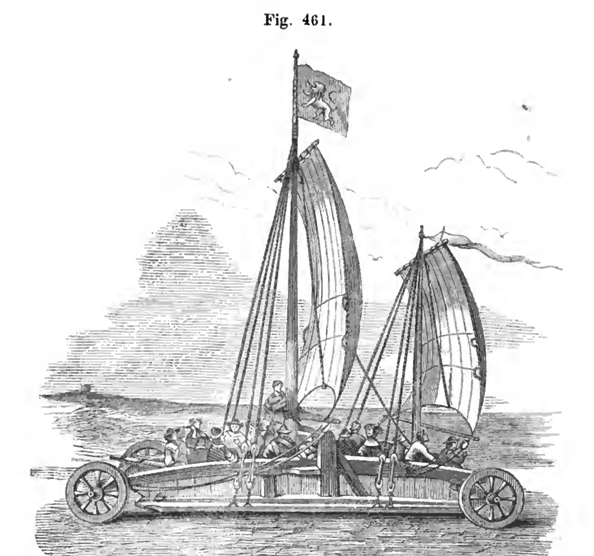
Seite 66 unseres Buches, woselbst von Segelfuhrwerken die Rede ist, ergänzen wir durch die nachstehende Abbildung Fig. 461, die einen „holländischen Segelwagen" aus dem Jahre 1608 darstellt.

Der Verfasser entlehnt die Abbildung der im Verlage von Payne in Leipzig erscheinenden Zeitschrift „Das neue Blatt" (Nr. 2, 1877), woselbst

behauptet wird, dass der berühmte Philosoph und Astronom Gassendi (geb. 1592, gest. 1655) dies seltsame Fahrzeug in Holland im Betriebe gesehen habe. Durch Abnahme der Räder sei dasselbe zu einem Boote umzuwandeln gewesen.

Zu Seite 68 werde aus dem vorher citirten Riedeli'schen Berichte die Ergänzung gefügt, dass ein derartiger (bei Riedeli Fig. 4 in geometrischer Darstellung gezeichneter) Schubkarren auf der Wiener Weltausstellung von 1873, aus China eingesandt, zu finden war.

Fig. 461.



Seite 69 ist Note 3 unter Literatur, das dem Verfasser erst in jüngster Zeit bekannt gewordene Werk „Les moyens de Transport, appliqués dans les mines, les usines et les travaux publics etc" nachzutragen, welches Alfred Evrard, Ingenieur de la Compagnie des Forges de Châtillon et Commentry zum Verfasser hat und bei Baudry in Paris erschienen ist. Der 1. Bd. datirt von 1872, während der 2te noch unvollendet zu sein scheint, wenigstens fehlt der Bibliothek des Hannoverschen Polytechnikums zur Zeit (1877) noch der Schluss.

Leider hat dies Werk den Verfasser der Allgem. Maschinenlehre nicht so befriedigt, wie er nach dem Titel desselben erwartete. Das Ganze bietet zu wenig Neues und leidet an der erforderlichen Selbständigkeit.

Nr. 2. Zu den Strassenfuhrwerken der Gegenwart.

a. Lastfuhrwerke.

Die Seite 77 Note 1 versprochene Abbildung eines Bäthmann'schen Ackerwagens kann der Verfasser deshalb nicht liefern, weil ihm nur eine perspectivische Figur zuging, nicht aber eine geometrische Skizze oder Zeichnung, um eine Ergänzung der Darstellung des Erfurter Ackerwagens S. 72 dieses Bandes, zu bieten. Einen Preiscourant empfing der Verfasser ebenfalls nicht.

Zu Seite 92 ist dem Verfasser durch die Firma Mockert (Simonshaus bei Vohwinkel) die Bemerkung zugegangen, dass Fig. 99 keine Sackkarre, sondern eine sogenannte Hauskarre darstellt, dass jedoch die Fabrik auch Sackkarren wie Fig. 462 ($^1/_{35}$ natürlicher Grösse) in verschiedenen Grössen liefert.

Eine recht zweckmässige, freilich etwas theuere [1]) englische Karre für gleiche Zwecke zeigt die folgende Figur 463. Man erkennt sofort, dass man hier ein Hebzeug in Anwendung gebracht hat, was aus einem in Nuthen lau-

Fig. 462.



Fig. 463.



fenden Fahrstuhle besteht, der durch Kette und Handkurbel gehoben und gesenkt werden kann. Offenbar wird hierdurch das Aufheben schwerer Säcke sehr erleichtert, die man vorher mit dieser Karre an einen bestimmten Ort transportirte.

Unter der Ueberschrift „Schlittage" enthält Evrard's vorher erwähntes (allerdings nicht sehr gelobtes) Werk „Les Moyens de Transport etc.", p. 168—182 fast lediglich nur Auszüge aus folgenden Schriften:

v. Jägerschmid, „Handbuch für Holztransport und Flosswesen". Karlsruhe 1827.

Cornebois, „Notice sur les chemins de schlitte dans la vallée de Munster". Abhandlung in den Annales forestières etc. 3. Serie 1854, p. 289.

Michiels & Schüler, „Les Bûcherons et les Schlitteurs des Vosges". Strassburg, chez Simon. (Ein Album ohne Jahresangabe.)

---

1) Die Hildesheimer Fabrik landwirthschaftl. Maschinen und Geräthe von E. Ahlborn liefert diese Sackkarre mit Hebzeug im Preise von 72 Mark.

Nr. 3. Zu den Strassenfuhrwerken der Gegenwart.

b. Luxusfuhrwerke.

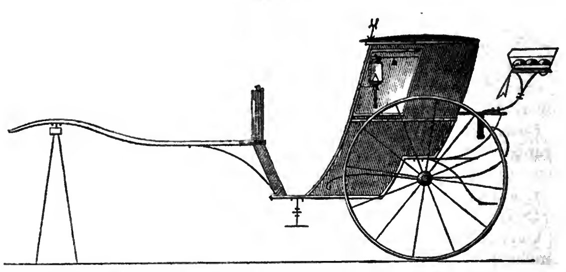
Zur Erfüllung des Seite 132 Note 1 gegebenen Versprechens über sogenannte Landauer zu berichten, deren Vordertheil ringsum mit Glas versehen ist, werde Nachstehendes mitgetheilt [1]). Bereits 1867 bei Gelegenheit der Pariser Ausstellung präsentirte der Wagenfabrikant Mengelbier in Aachen einen Landauer, wobei die Seitenscheiben nach oben an das Verdeck geklappt wurden und sich mit diesem zusammen unter dem Kutscherbocke legten.

Im Jahre 1870 trat dagegen Lohner in Wien mit einer ganz neuen Verdeckconstruction auf, wonach das Vorderverdeck schief nach vorn übergeklappt wird und sich unter dem Bocke zusammenlegt, welcher letzterer mit einem Charnür versehen ist, damit er, nach vorn übergeklappt, dass Verdeck passiren lässt. Die vorderen Seitenscheiben werden dabei einfach an die dem Bocke zugekehrten Scheiben geklappt, wozu entsprechende Charnüre vorhanden sind, die sich mit den ersteren zusammen unter den Bock legen. Beim Niederlegen des Verdecks kann ein gegenseitiges Verschieben der einzelnen Theile auf einander und eine daraus entstehende Beeinträchtigung derselben nicht eintreten. Unsere Quelle bezeichnet diese Construction als höchst solid und hinsichtlich des raschen Oeffnens und Schliessens jener der gewöhnlichen Landauer an Bequemlichkeit nicht nachstehend.

Ebenfalls Seite 132 wurde das Nachliefern von Abbildungen derjenigen Londoner Droschken und Reisewagen zugesagt, welche dort unter dem Namen „Hansom" bekannt und beliebt sind. Der Verfasser entspricht dieser Zusage mit folgenden beiden Abbildungen Fig. 464 und 465, welche er der bekannten Wagenfabrik von Thorn in Norwich verdankt.

Fig. 464 ist der namentlich in London gebräuchliche „Single Brougham Hansom", dagegen Fig. 465 der „Hansom für Reisende". Ersterer

Fig. 464.



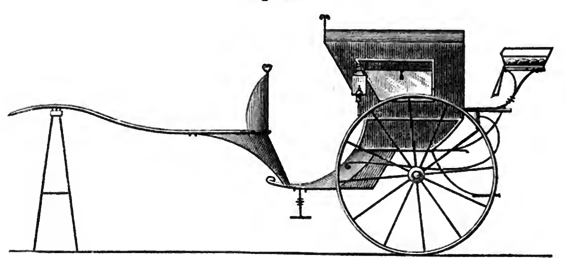
wird im Thorner Preiscourante zu 80 bis 110 Guineen (1680 bis 2310 Mark), letzterer zu 70 bis 95 Guineen aufgeführt.

---

1) Professor Herrmann im amtlichen deutschen Berichte über die Wiener Weltausstellung im Jahre 1873, Bd. II, S. 284 etc.

Ausserdem benutzt der Verfasser die Gelegenheit, auf einen Luxusschlitten der Firma Lickendorf in Lemberg aufmerksam zu machen, wovon Rideli

Fig. 465.

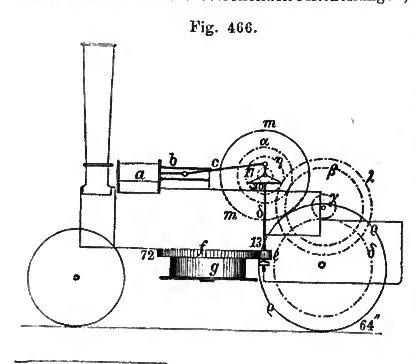


(a. a. O. S. 33) eine Abbildung liefert. Derselbe unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Schlitten dadurch, dass er neben den mit dem Gestelle fest verbundenen schmalen schmiedeeisernen Schlittenkufen auch noch breitere Kufen hat, die dem grösseren oder geringeren Schneestande angepasst werden. Die breiteren Kufen können mittelst einer am Kutscherbocke befestigten Kurbel beziehungsweise aufgehoben und niedergelassen werden.

Nr. 4. Zu S. 174. Strassenlocomotiven betreffend.

Der Verfasser erfüllt durch diesen Nachtrag vorerst das (S. 174, in der Note) gegebene Versprechen, eine geometrische Skizze einer neueren Fowler-schen Strassenlocomotive zu liefern, ergänzt aber auch damit zugleich Fig. 490 des II. Bandes und die betreffenden Mittheilungen, welche daselbst S. 600 (zweite Auflage) über den Dampf-Haide-Pflug zu Zwecken der Forstculturen in der Provinz Hannover gemacht wurden [1]).

Fig. 466.



Die erwähnte Skizze Fig. 466 bedarf (nach den Erörterungen, die bereits von S. 167–175 gegenwärtigen Bandes gemacht wurden, nur der Angabe, dass diese Strassenlocomotive mit doppeltem Zahnradvorgelege α und β für langsameren Fortlauf, und $\eta\,\lambda$ für schnelleren Fortlauf

1) Noch Specielleres findet sich im Hannoverschen Wochenblatte für Handel und Gewerbe vom 30. Juni 1877.

ausgestattet ist. Ein noch anderes Zahnradpaar $\gamma\,\delta$ bleibt dabei in stetem Eingriffe und veranlasst den Umlauf und die fortschreitende Bewegung der grossen Triebräder $\varrho\,\varrho$ von 64 Zoll (engl.) Durchmesser und von 20 Zoll Felgenbreite.

Zum Zwecke von Dampfculturen mittelst Cultivatoren, Balancier-Dampf-Pflügen (Bd. II, S. 590, zweite Auflage), wobei mittelst zwei Strassenlocomotiven[1]) etc. (wie Fig. 466) zugleich gearbeitet wird. Wie Bd. II. Fig. 500 ist hier auf der Krummzapfenwelle (des Schwungrades *m* und der zugehörigen Dampfmaschine *a b c*) ein Kegelradgetriebe (18 Zähne) befestigt, welches mit den Zähnen eines grösseren derartigen Rades (30 Zähne) im Eingriffe ist und die Bewegung vertical abwärts auf das kleine Stirnrad *e* (13 Zähne) überträgt, wodurch endlich das grosse Stirnrad *f* (91 Zähne) zum Umlaufe gezwungen wird. Mit letzterem Rade auf derselben Achse sitzt fest (und mit dem Radkranze geeignet verbunden) die cylindrische Trommel *g*, auf deren Umfange sich das Einzel-(Stahldraht-) Seil auf- und abwindet, an welchem das Bodenbearbeitungsinstrument befestigt ist.

Der Verfasser berichtet nach dieser Erörterung einen ganz speciellen Fall, nämlich über das Aufforsten der Haide mittelst des Fowler'schen Dampfpfluges unweit Neustadt am Rübenberge (Provinz Hannover), welches er Gelegenheit hatte, gehörig zu beobachten.

Vorher erwähnt derselbe jedoch noch, dass nach den allerneuesten ihm gewordenen Mittheilungen, die S. 171 und 172 besprochene und theilweis empfohlene Verwendung von Gummi zu den Radumfängen der Triebräder irgend welcher Strassenlocomotiven, gänzlich aufgegeben worden ist.

Jede der beiden bei Neustadt arbeitenden Strassenlocomotiven ist eincylindrig, hat Kolben von $8^1/_2$ Zoll engl. (= 21,6 Centimeter) Durchmesser und von 12 Zoll (= 30,5 Centimeter Hub). Der Kesseldampfdruck beträgt bei normaler Arbeit 100 Pfd. pro Quadratzoll englisch, wobei die Welle des Schwungrades *m* pro Minute circa 240 Umläufe macht, so dass sich die Dampfkolbengeschwindigkeit zu 2,40 Meter pro Secunde berechnet.

Nach diesen Werthen ergiebt sich der resultirende Kolbendruck (wenn man 15 Procent Spannungsverlust durch Drosselung rechnet) zu

2196 Kilogramm.

Für die theoretische, mechanische Arbeit = $\mathfrak{A}$ des Dampfes erhält man hiernach:

$$\mathfrak{A} = 2196 \times 2{,}40 = 5270 \text{ Meter-Kilogramm},$$

oder nach Maschinenpferdekräften = N (à 75^{mk}) gerechnet:

$$N = \frac{5270}{75} = 70.$$

Nimmt man hiervon recht wenig, d. h. die Hälfte, als reelle (wirklich geleistete) Arbeit, so erhält man für reelle (effective) Anzahl von Maschinenpferdekräften = N_r : 4

$$N_r = 0{,}5 \,.\, 70 = 35.$$

Für die indicirte Zahl von Maschinenpferdekräften = N_i könnte man etwa setzen:

$$N_i = 0{,}68 \,.\, 70 = 47{,}6.$$

Wird ferner angenommen, es würden durch die Uebersetzungen der Ar-

1) Das sogenannte zweispännige Maschinensystem.

beiten von der Dampfmaschine auf die Seiltrommel *g*, bei der verhältnissmässig grossen Geschwindigkeit, etwa 10 Procent der effectiven Arbeit verloren, so würden circa 32 Maschinenpferde oder 2400 Meter-Kilogramm auf das Zugseil übergetragen.

Da nun (am 22. Juni 1877) die Seilgeschwindigkeit zu 1,20 Meter ermittelt wurde, so resultirt hieraus eine Seilspannung (in runder Zahl) von

$$\frac{2400}{1,2} = 2000 \text{ Kilogramm.}$$

Das betreffende Stahldrahtseil hatte $^3/_4$ Zoll Durchmesser. Bei 50 bis 60 Centimeter Tiefe und Breite des durcharbeiteten und umgewandten Erdkörpers, wurden pro Tag (bei sogenanntem Totalpflügen, d. h. völligem Umbruche der Haide, nicht Streifenpflügen) circa $1^3/_4$ bis 2 Hectaren aufgeforstet. Bezahlt wurden für diese Arbeit (Alles in Allem) 90 Mark pro Hectare.

Nr. 5. Eisenbahnfuhrwerke.

a. Kuppel- und Buffer-Apparate für Secundär-Bahnen.

Zu Seite 257, 258, 261, 262 etc., die Kuppel-, Zug- und Buffer-Apparate der Eisenbahnwagen betreffend, folgen hier nachträglich Notizen, welche sich vornämlich auf das sogenannte Einbuffer- oder Centralbuffer-System beziehen, von welchen bereits S. 550, nur vorübergehend, die Rede war.

Die Anordnung eines einzigen Buffers an jedem Wagengestellende statt der allgemeinen üblichen zwei Buffer, scheint zuerst auf der Versailler Eisenbahn (linkes Ufer), der Vereinfachung wegen, versucht, nachher aber wieder verlassen worden zu sein[1]. Erst beim Betriebe sogenannter schmalspuriger Locomotiv-Bahnen, kam man wieder auf das Einbuffersystem und der damit zu verändernden Kupplungs- und Zug-Apparate zurück und zwar mit Erfolg.

Zu einer besonderen Ausbildung gelangten die betreffenden Anordnungen und Constructionen erst bei den norwegischen Secundär-Bahnen durch deren Oberingenieur Pihl, wovon sich Beschreibung und Abbildungen in der unten citirten Quelle vorfinden[2]. Nachher bemühten sich auch andere Eisenbahn-Techniker um deren Construction, worunter namentlich die des Ingenieurs Klunzinger der schmalspurigen Montanbahn von Rostoken nach Marksdorf in Ungarn[3] beachtet zu werden verdienen. Sowohl bei den Pihl'schen als Klunzinger'schen Constructionen fanden sich eigentlich noch eine Art von Bufferköpfen vor, die aber bei den Wagen der allerjüngsten und sehr beachtenswerthen Schmalspurbahn von Ocholt nach Westerstede, im Grossherzogthum Oldenburg, auch in Wegfall gekommen sind[4].

Fig. 467 und 468 zeigen letzteres Kupplungssystem, beziehungsweise im Längendurchschnitte und Grundrisse. Kupplungs-, Zug- und Stoss-Apparat

1) Heusinger's Handbuch etc. Zweiter Band, S. 241.

2) Ebendaselbst S. 242.

3) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrg. 1876, S. 70.

4) Buresch (Geh. Oberbaurath in Oldenburg) in der Schrift: „Die schmalspurige Eisenbahn von Ocholt nach Westerstede." Hannover 1877, S. 46.

liegen hier in derselben geraden Linie *CD*, derartig angeordnet, dass sich an dem hinteren Ende des einen Wagens *A* der Kuppelhaken *E*, und an dem correspondirenden vorderen Ende des anderen Wagens der erforderliche Zug- und Buffer-Apparat *FG* befindet. *F* ist dabei eine sogenannte Schnecken- (Baillie-) Feder, von der Art, wie solche bereits S. 219 und 258 abgebildet und besprochen wurde. Bei der im gegenwärtigen Falle getroffenen Anordnung wirkt die Feder *F* sowohl gegen Zug als Druck (Stoss) und macht zugleich die gewöhnlichen Buffer ganz entbehrlich.

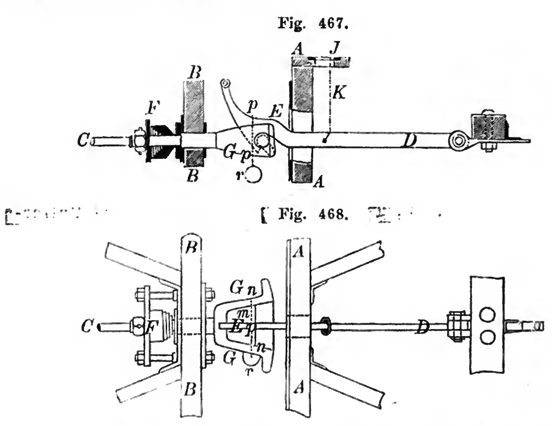


Fig. 467.

Fig. 468.

Der Kuppelhaken *E* umfasst beim Niederfallen, in der gezeichneten Lage, das kreisförmig abgerundete Ende eines Gusseisenstückes *m*, welches mittelst zweier Bolzen oder Zapfen (mit Nietköpfen) *nn* in den Wänden der topf- oder kelchartigen Hülse *G* befestigt ist.

Ersichtlich ist dabei, dass der Apparat für das Ankuppeln selbstwirkend ist, während das Loskuppeln nicht ohne das Bedienungspersonal geschehen kann. Das Heben des Kuppelhakens *E* erfolgt entweder durch directes Umfassen mit der Hand, oder durch das Anziehen einer kleinen Kette *K*, die durch eine Oeffnung der Plattform *J* reicht. Einen sehr wichtigen Bestandtheil dieser Kupplung bildet eine kräftige Kette *p*, an deren freiem Ende eine eiserne Kugel *r* befestigt ist. Man begreift leicht, dass diese Kettenkugel erst erhoben und zurückgeworfen werden muss, bevor die Loskupplung erfolgen kann. Als Nothkupplung sind übrigens an jedem Wagenende noch zwei (in unserer Figur weggelassene) Kettchen mit Haken vorhanden, die man aber nur dann einhängt, wenn die Hauptkupplung beschädigt ist. Nach den Versicherungen in unserer Quelle[1]) haben sich bis jetzt alle diese Anordnungen vollständig bewährt.

---

1) Oberbaurath **Buresch** a. a. O., S. 46.

Schliesslich wäre noch der Zug- und Ein-Buffer-Vorrichtungen bei der schmalspurigen Bröhlthal-Eisenbahn zu gedenken, wobei der Buffer zwar auch in der Mitte des Wagenbalkens (als Centralbuffer), jedoch 144 Millimeter über der durchgehenden Zugstange mit dem Zughaken, angebracht ist. Näheres hierüber in dem unten notirten Werke [1]).

Dass das Einbuffersystem die Vorzüge der Einfachheit vor dem Doppel- oder Zwei-Buffer-System für sich hat, ist namentlich überall da unbezweifelt, wo die Bufferentfernung so gross ist, wie man sie gewöhnlich auf dem Continente vorschreibt [2]). Bei dem Einbuffersysteme erfolgt namentlich in scharfen Curven ein mehr centraler Stoss, so wie auch das Ein- und Los-Kuppeln ohne Gefahr leichter erfolgen kann.

In den Grundzügen für die Gestaltung der secundären Eisenbahnen, nach den Beschlüssen der Constanzer Techniker-Versammlung (Juni 1876), wird §. 69 die Anwendung des Einbuffersystemes besonders empfohlen.

b. Zahnstangen-Eisenbahnen.

Durch die finanzielle Verlegenheit, in welche die Gotthardsbahn mit ihrem projectirten 14920 Meter langen Tunnel zwischen Goeschenen und Airolo eine Zeitlang gerathen war, wurden mancherlei Projecte empfohlen und vertheidigt, welche die Bahn kürzer und somit wohlfeiler machen sollten. Das beachtungswertheste dieser Projecte ist wohl der Vorschlag des ehemaligen Bauleiters der Brennerbahn, des Bauraths Thommen [3]), die Bergstrecken anstatt mit 25 bis 27 pro Mille ($^1/_{40}$ bis $^1/_{37}$) Maximalsteigung, beim Betriebe mit Adhäsions-Locomotiven, mit 45 pro Mille ($^1/_{22}$) als Zahnstangenbahn zu bauen. Obwohl der Oberingenieur der Gotthardbahn, Herr Hellwag, diesem Projecte ganz entschieden und gewiss mit Recht gegenüber getreten ist [4]), so ist doch dadurch

---

1) Heusinger's Handbuch für specielle Eisenbahn-Technik, Bd. II. (zweite Auflage), S. 242, mit Abbildungen auf Tafel XI.

2) Nach den Constanzer Vereinbarungen deutscher Eisenbahntechniker (§. 146) soll die horizontale Entfernung von Buffermitte zu Buffermitte (bei Normal-Spur-Bahnen) 1,750 Meter betragen.

3) Die Gotthardbahn. Bemerkungen zur Reform dieses Unternehmens. Wien 1877 (Verlag von Lehmann & Wentzel).

4) In der Zürcher Zeitschrift „Die Eisenbahn“ vom 22. Juni 1877 gelangt Herr Hellwag nach gründlicher Erörterung der Thommen'schen Projecte zu folgendem Schlusse:

„Herr Thommen hat sich sein Urtheil ohne specielle Kenntniss des Terrains, der localen Verhältnisse, sowie des reichhaltigen, durch vieljährige Arbeiten beschafften Materials an Studien, Plänen, Projecten, Berechnungen, Erfahrungen und Beobachtungen gebildet; deshalb geht er von irrigen Annahmen aus und gelangt zu falschen Schlüssen.“

„Das vornehmlichste Fundament seines Reformgebäudes, die Voraussetzung, dass mit der Erhöhung des Steigungsverhältnisses der Berglinien von 25 und 27 pro Mille auf 45 pro Mille eine Ersparung von etwa 25 Millionen Franken gemacht werden könne, bleibt gegenüber den Ergebnissen positiver Erhebungen und

das Interesse für Zahnstangenbahnen wesentlich gestiegen, so dass nachfolgende Mittheilungen von mehrseitigem Interesse sein dürften. Zuerst werde erwähnt, dass das englische Journal Engineering vom 1. Juni 1877 (S. 413) neun sehr hübsch gezeichnete Figuren (Skizzen) von Zahnstangen-Locomotiven des Riggenbach'schen Systemes enthält. Bei drei derselben (Wasseralfingen, Rüti und Rorschach-Heiden) hat man die Einrichtung getroffen, dass die Zahnrad-Locomotiven auf den Bahnstrecken mit geringer Steigung als Adhäsions-Locomotiven benutzt werden, d. h. die betreffenden Zahnräder gehörig ausgerückt und erhoben werden können. Sodann verdankt der Verfasser der Güte des Herrn Riggenbach nachstehende Tabelle, die ohne besondere Erklärungen verständlich ist.

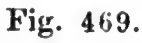
Berechnungen nicht bestehen; diese Ersparung wird erst erzielt, wenn die Steigung bis auf 70 pro Mille ($^1/_{14}$) erhöht wird, deshalb ist auch für die Gotthardbahn die ganze mühsame Reclame für das Zahnradsystem wirkungslos, denn dieses System ist bei einer Bahnsteigung von $^1/_{14}$ für eine **Weltbahn** schwerlich noch hinreichend leistungsfähig zu adoptiren, wenn es zugleich betriebssicher bleiben soll."

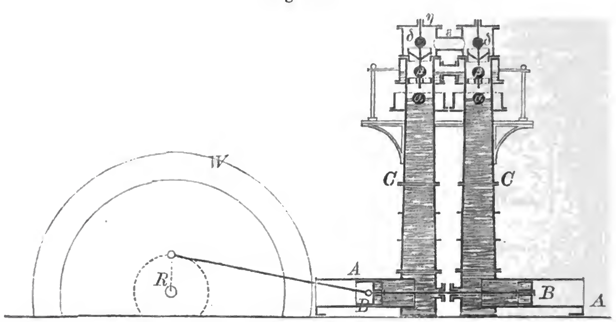
Name der Bahn.	Länge in Kilometern.	Maximalsteigung $\frac{0}{00}$ (pro Mille).	Mittlere Steigung $\frac{0}{00}$ (pro Mille).	Minimalradius (Meter).	Eröffnung der Bahn.	Theilung der Zahnstange.	Gewicht pro laufenden Meter in Kilogrammen.					Zahl der Zahnrad-Locomotiven im Betriebe.	Bemerkungen.
							Zahnstange.	Befestigungsmittel.	Schienen.	Befestigungsmittel.	Total.		
Ostermundingen (Schweiz)	0,56	100	100	∞	1870	100	55,0	3,0	32,0	2,5	92,5	2	Die ganze Bahn hat eine Länge von circa 1,50 Kilometer, wovon 1 Kilometer horizontal.
Vitznau-Rigi (Schweiz)	7,00	250	188	180	1871	100	52,2	3,3	16,6	1,5	73,6	10	Von den 7,0 Kilometern gehören 1,7 Kilometer der Arth-Rigi-Bahn.
Kahlenberg (Wien)	5,20	100	56	180	1874	100	52,2	3,3	20,0	1,8	77,3	6	Doppelspurig.
Schwabenberg (Pest)	3,00	103	96	180	1874	100	52,2	3,3	20,0	1,8	77,3	4	
Arth-Rigi (Schweiz)	9,80	212	131	180	1875	100	52,2	3,3	20,0	1,8	77,3	5	Hierzu gehört eine 1,40 Kilometer lange Adhäsionsbahn.
Rorschach-Heiden (Schweiz)	5,50	90	71	240	1875	100	46,7	3,3	20,0	1,8	71,8	3	Benutzt auf 1 Kilometer Länge das Gleis der vereinigten Schweizerbahn.
Wasseralfingen (Würtemberg)	0,83	78	78	400	1876	80	45,5	1,5	32,0	2,5	81,5	1	Die ganze Länge der Bahn beträgt circa 3 Kilometer, wovon die Adhäsionsbahn bis 25 $\frac{0}{00}$ Steigung besitzt.
Rüti (Schweiz)	0,13	100	100	105	1877	80	45,5	1,5	20,0	1,8	68,8	1	Dazu gehört eine 1 Kilometer lange Adhäsionsbahn.

Nr. 6. Luftcompressionsmaschinen betreffend.

Der Verfasser benutzt die Gelegenheit, einen Irrthum zu berichtigen, der sich im IV. Bande dieses Werkes S. 756 vorgefunden hat. Die daselbst Fig. 543 abgebildete Luftcompressionsmaschine ist nicht die, welche seiner Zeit Sommellier am Mont-Cenis und zwar in Modane in Anwendung brachte, sondern eine, welche von Sievers & Co. zu Kalk bei Köln, für den Gegen-Ort-Schacht unweit Saarbrück geliefert wurde.

Die genannte Sommellier'sche Maschine ist nachstehend in Fig. 469 skizzirt und zwar entlehnte der Verfasser dieselbe dem vorerwähnten Werke Pernolet's (L'Air comprimé, p. 292, Fig. 119).


Fig. 469.



Zum Verständniss der Figur wird es hinreichen, aufmerksam zu machen, dass hier zwei völlig getrennte einfach wirkende Luftpumpen *AA* vorhanden sind, deren Kolben *BB* durch kaltes Wasser in den verticalen Röhren *CC* gehörig gekühlt werden. Vorhanden sind oberwärts zwei Gattungen von Saugventilen $\alpha\alpha$ und $\beta\beta$, wovon letztere durch seitwärts angebrachte Klappen stets frische atmosphärische Luft einsaugen, während durch $\alpha\alpha$ kaltes Wasser eingesogen wird, um das zu ersetzen, was die comprimirte atmosphärische Luft mit fortreisst. Die Auslass- oder Steigventile der comprimirten Luft sind in Fig. 469 mit den Buchstaben $\delta\delta$ bezeichnet, während durch den unter η gezeichneten Kreis die Austrittsstelle der Luft markirt ist.

Die horizontalliegenden Pumpencylinder haben 60 Centimeter Durchmesser und 150 Centimeter Hub. Der Betrieb erfolgt durch ein oberschlägiges Wasserrad (*W* in Fig. 469) von 5,54 Meter Durchmesser und 4,20 Meter Breite, bei 1 Cubikmeter Aufschlagwasser pro Secunde und bei 5,540 Meter Gefälle. Die Zahl der Umläufe des Wasserrades beträgt 8 pro Minute. Zu bemerken ist schliesslich noch, dass die in Fig. 469 skizzirte Anordnung doppelt vorhanden ist und die betreffenden Krummzapfen *R* unter 90 Grad zu einander gestellt sind.

Nach unserer Quelle liefern beide Compressionsmaschinen, wenn die Kolbengeschwindigkeit 0,40 Meter pro Secunde beträgt, pro Minute 13,570 Cubikmeter Luft von 6 Atmosphären Ueberdruck.

Druck von M. Bruhn in Braunschweig.

Berichtigungen und bemerkte Druckfehler.

Seite 62. Note 2 ist Ginzrot statt Ginzort zu lesen.
„ 65. Zeile 1 ist 1851 statt 1861 zu setzen.
„ 78. „ 3 von unten ist Nachtrag Nr. 2 statt Nr. 1 zu schreiben.
„ 85. „ 10 von oben ist „englischer“ statt „englicher“ zu lesen.
„ 132. Note 1 ist Nachtrag Nr. 3 statt Nr. 2 zu setzen.
„ 424. Zeile 24 von oben lies Ostermundingen statt Ostromundingen.
„ 500. Note 2 ist Eisengiesserei etc. statt Eisengisserei zu schreiben.
„ 518. Ende des §. 30 sind folgende Notizen einzuschalten:

Nach dem Jahresberichte über die Betriebsverwaltung der Hannoverschen Staatsbahn pro 1876 beträgt die Länge dieser Bahn

850,469 Kilometer

und die Zahl der am Schlusse des Jahres 1875 vorhandenen

Locomotiven 492.

Hiernach kommt bei der

Hannoverschen Bahn auf . . . . 1,73 Kilometer eine Locomotive

und nach Heusinger*) bei der

Bergisch-Märkischen Bahn auf	1,50	Kilometer eine Locomotive
Cöln-Mindener Bahn auf	1,70	„ „ „
Niederschlesisch-Märkischen Bahn auf	1,80	„ „ „
Leipzig-Dresdener Bahn auf	2,50	„ „ „
Badischen Bahn auf	3,20	„ „ „
Würtembergischen Bahn auf	4,00	„ „ „
Bayerischen Staatsbahn	4,20	„ „ „
Bei den Oesterr. Ungarischen Bahnen (Durchschnitt)	5,20	Bei der Kaiser Ferdinand Nordbahn kommt auf 2,1 Kilom. Bahnlänge eine Locomotive. Bei der Theisbahn auf 7,1 Kilom. eine Locomotive.

„ 538. Zeile 6 von oben ist $\frac{800-110}{20}$ statt $\frac{800-110}{60}$ zu setzen.
„ 549. Zeile 5 von unten ist Mekarski statt Mekanski zu lesen.
„ 552. „ 11 von unten ist nachzutragen, dass die Specialconstruction und Ausführung dieser Locomotive von der Schweizerischen Locomotiv- und Maschinenfabrik „Winterthur“ (techn. Director „Brown“) gemacht wurde, die auch für Rangirdienste derartige zweiachsige Tender-Locomotiven liefert. Diese Disposition erinnert übrigens an die Belpaire'sche Locomotive S. 425, Fig. 348.
„ 562. Zeile 4 von oben ist Skizzen statt Skissen zu schreiben.
„ 575. „ 1 von oben muss es speciellerer statt speciellere Zeichnungen heissen.
„ 590. „ 7 von unten ist die Ziffer 4 zu streichen.
„ 591. „ 10 von unten ist zu berichtigen, dass nur einer von den üblichen zwei Buffern in Wegfall gekommen ist. In gleicher Weise ist oben S. 592 zu ändern.
„ 592. Zeile 8 von unten ist einzuschalten: „um das Ausspringen des Kuppelhakens zu verhindern.“
„ 592. Zeile 9 von unten ist kräftige Kette durch schwache Kette zu ersetzen.

*) Handbuch für specielle Eisenbahn-Technik. Bd. III. Capitel XX.



